



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXV

Број: 19/2010

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXV Свеска: 19

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад

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

Уређивачки одбор: др Илија Ћосић др Бранко Шкорић
 др Владимир Катић др Јован Владић
 др Илија Ковачевић др Иван Пешењански
 др Јанко Ходолич др Бранислав Боровац
 др Срђан Колаковић др Зоран Јеличић
 др Вељко Малбаша др Властимир Радоњанин
 др Вук Богдановић др Горан Вујић
 др Мила Стојаковић др Драган Спасић
 др Ливија Цветићанин др Дарко Реба

Редакција : др Владимир Катић др Драгољуб Новаковић
 др Жељен Трповски мр Мирослав Зарић
 др Зора Коњовић 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 Радомир Фолић

CIP-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 деветнаеста 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, сад већ дипломираних инжењера – мастера, који су дипломирали у периоду 01.12.2010. до 31.12.2010. год., а који се промовишу 27.03.2011. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових дипломских радова. Један рад већ раније је објављен на домаћој научној конференцији ТРЕНД, Копаоник, 2010, а један рад у часопису: Наука + пракса, Ниш, број 12.1/2009. У Зборнику су ови радови дати као репринт уз мање визуелне корекције.

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 19, објављени су радови из области машинства, електротехнике и рачунарства, грађевинарства и саобраћаја.

У свесци са редним бројем 20. објављени су радови из области графичког инжењерства и дизајна, 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. Darko Ursić, Ilija Ćosić,
ORGANIZACIJA SLUŽBE ZA KLIMATIZACIJU I PREDLOZI NJENOG UNAPREĐENJA U
OKVIRU „TELEKOMA SRBIJA“ AD 3957
2. Davorin Radaković,
UTICAJ RAZLIKE PRITISKA VAZDUHA U PREDNJIM PNEUMATICIMA NA MOMENT NA
VOLANU PRI KOČENJU VOZILA 3961
3. Marko Erceg,
ANALIZA RADA RASHLADNOG POSTROJENJA ZA ČUVANJE NAMIRNICA 3965

Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo

1. Nikola Borčić,
JEDNA PRIMENA ASP.NET TEHNOLOGIJE ZA IZRADU WEB APLIKACIJE 3969
2. Miroslav Jugović, Nikola Stojanović, Miloš Slankamenac, Miloš Živanov,
MODELOVANJE I SIMULACIJA PASIVNE OPTIČKE MREŽE 3973
3. Predrag Grozdanović, Miloš Slankamenac, Nikola Stojanović, Miodrag Jelić, Miloš
Živanov,
MOGUĆNOST PRIMENE 1552nm LASERA ZA ABLACIJU ZUBNE GLEĐI 3977
4. Bojan Ristić, Milan Vidaković,
RAZVOJ PROŠIRENJA ZA DOTNETNUKE CMS SISTEM 3981
5. Aleksandar Parabucki, Željien Trpovski,
POSTUPCI MERENJA U OPTIČKIM SISTEMIMA 3985
6. Darko Ivanović,
PROJEKTOVANJE I IMPLEMENTACIJA APLIKACIJE ZA TESTIRANJE OPTIMIZACIONIH
ALGORITAMA „ALGOTEST“ 3989
7. Zoran Radmilović, Željien Trpovski,
REALIZACIJA RF STEKA ZA SIGURNU KOMUNIKACIJU BAZIRANA NA CC1101 ČIPU I
ARM7 PROCESORU 3993
8. Bojan Mitrić, Željien Trpovski,
RAZVOJ I PRIMENA MULTIPLEKSA PO TALASNIM DUŽINAMA U OPTIČKIM MREŽAMA 3997
9. Svetlana Kecojević, Bojan Lalić, Rado Maksimović, Iztok Palčić,
PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT OF IT PROJECTS, Konferencija TREND 2010,
Kopaonik, mart 2010. 4001
10. Radisav Stamenković,
METODE ZA DETEKCIJU QRS KOMPLEKSA 4005
11. Anja Vorkapić,
UPRAVLJANJE IMOVINOM U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA UZ UVAŽAVANJE
POUZDANOSTI 4009
12. Boban Nalić, Željien Trpovski,
ANALIZA POSTUPAKA STRUKTURNOG KABLIJANJA SA PRIMERIMA 4013
13. Milan Vranić, Miloš Slankamenac, Nikola Stojanović, Miloš Živanov,
SIMULACIJA RAZLIČITIH GEOMETRIJSKIH STRUKTURA PLASTIČNIH OPTIČKIH VLAKANA... 4017
14. Vladimir Milosavljević, Miloš Živanov,
PRENOS PODATAKA PRI GEOFIZIČKIM KAROTAŽNIM MERENJIMA HBD3
KODOVANJEM 4021

15.	Slaviša Filipović, Nikola Stojanović, Miloš Slankamenac, Miloš Živanov, PROJEKTOVANJE SIMULACIJA I ISPITIVANJE PARAMETARA OPTIČKIH PREDJNIKA	4025
16.	Branislav Jovanović, Nikola Stojanović, Miloš Živanov, KOMPENZACIJA HROMATSKE DISPERZIJE POMOĆU DSF I DFF OPTIČKIH VLAKANA U SOFTVERSKIM ALATIMA	4029
17.	Ilija Pavlović, PROJEKTOVANJE I VERIFIKACIJA DES JEZGRA NAMENJENOG ZA FPGA IMPLEMENTACIJU	4033
18.	Miloš Milojević, Vladimir Vujičić, MERENJE U UPRAVLJANJU POTROŠNJOM ELEKTRIČNE ENERGIJE U CEMENTARI HOLCIM SRBIJA	4037
19.	Sanja Janković, Nikola Stojanović, Miloš Slankamenac, Miloš Živanov, PROJEKTOVANJE SIMULACIJA I ISPITIVANJE PARAMETARA OPTIČKIH PRIJEMNIKA	4041
20.	Mirjana Škorić, Milan Sečujski, PREGLED METODA ZA PROCENU SPEKTRA	4045
21.	Marko Tomićević, Željko Trpovski, ALGORITMI ZA FORMIRANJE DIJAGRAMA ZRAČENJA KOD ADAPTIVNIH ANTENA	4049
22.	Dušan Krivošija, PRILAGODLJIVI EDITOR XML DOKUMENATA	4053
23.	Nikola Milošević, Miroslav Nimrihter, PAMETNE DISTRIBUTIVNE MREŽE	4057
24.	Sanja Dedijer, Željko Trpovski, KONVERGENCIJA FIKSNE I MOBILNE TELEFONIJE	4061
25.	Милан Денић, Владимир Катић, ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ПРИКЉУЧЕЊА ВЕТРОЕЛЕКТРАНА НА ЕЛЕКТРИЧНУ МРЕЖУ	4065
26.	Norbert Čeljuska, Vesna Crnojević-Bengin, AKUSTIČKI METAMATERIJALI	4069
27.	Nataša Mijić, DIGITALNI SENZORSKI MODUL ZA MJERENJE KONCENTRACIJE KISEONIKA, METANA I VODONIKA	4073
28.	Ranko Milovanović, Josif Tomić, OPTIČKO PREPOZNAVANJE KARAKTERA UPOTREBOM PROGRAMA LABVIEW I USB KAMERE	4077
29.	Atila Pekter, ZAŠTITA I MEHANIZMI OPORAVKA SISTEMA ZA RUKOVANJE BAZOM PODATAKA PRIMER MICROSOFT SQL SERVER 2000/2005/2008	4081
30.	Danijel Venus, JAVA CARD I GLOBAL PLATFORM SPECIFIKACIJA - PRIMER RAZVOJA APLETA UZ OSLONAC NA RADNI OKVIR SERVISA	4085
31.	Jelena Đukić, STATIČKA ESTIMACIJA STANJA U PRENOSNIM MREŽAMA SA UVAŽENIM SISTEMSKIM MERENJIMA FAZORA	4089
32.	Slaven Jerković, Vladimir Katić, PRIMER IZGRADNJE VETROELEKTRANE U VOJVODINI	4093
33.	Velibor Lazarević, Veran Vasić, Dejan Reljić, REALIZACIJA OPTEREĆENJA ASINHRONOG MOTORA NAPAJANOG INDUSTRIJSKIM PRETVARAČEM UČESTANOSTI	4097
34.	Goran Krstić, Dejan Reljić, Veran Vasić, PRIMENA REGENERATIVNOG FREKVENTNOG PRETVARAČA U ELEKTROMOTORNOM POGONU SA ASINHRONIM MOTOROM	4101
35.	Dragan Lazinica, Vesna Spasić Jokić, ODREĐIVANJE PARAMETARA SNOPA ZRAČENJA LINEARNOG MEDICINSKOG AKCELERATORA	4105

36. Vladica Dodić,	
SISTEM ZA UPRAVLJANJE ZADACIMA	4109
37. Saša Stamenković,	
VIŠEZONSKA FUZZY REGULACIJA SISTEMA GREJANJA	4113
38. Branka Čigoja, Vlado Delić, Zoran Komazec,	
AUDIOMETRIJA I UTICAJ SLUŠNIH APARATA NA POBOLJŠANJE ČULA SLUHA	4117
39. Nenad Jovanović,	
UŠTEDA ELEKTRIČNE ENERGIJE U OSVETLJENJU STADIONA PRIMENOM SOLARNIH	
PANELA	4121

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Siniša Mitrović,	
PROJEKAT KONSTRUKCIJE ČELIČNE HALE U SRBOBRANU	4125
2. Marija Jovanović, Mirjana Malešev,	
PROCENA STANJA I SANACIJA DELA INDUSTRIJSKE TERMoeLEKTRANE "VISKOZA" U	
LOZNICI	4129
3. Vesna Raičić, Mirjana Malešev,	
PROCENA STANJA I SANACIJA NOSEĆE KONSTRUKCIJE MAŠINSKE SALE I BUNKERA U	
FABRICI „VISKOZA“ U LOZNICI	4133
4. Saša Maksimović,	
IZBOR OPTIMALNE METODE IZRADE BAZENSKE KONSTRUKCIJE NA PRIMERU	
PLIVAČKIH BAZENA U APATINU	4137
5. Nikola Garovnikov, Vlastimir Radonjanin,	
PROCENA STANJA I PROJEKAT SANACIJE LUČNOG AB MOSTA NA KANALU DUNAV –	
TISA – DUNAV KOD OBROVCA	4141
6. Minja Sarić,	
PROJEKAT FUNDIRANJA POSLOVNOG OBJEKTA U KRUŠEVCU	4145
7. Bojan Đurić,	
UPOREDNA ANALIZA USLOVA UGOVARANJA I NAČINA NAPLATE PREMA FIDIC-U I U	
NAŠOJ PRAKSI	4149
8. Vidan Đuričić,	
PROJEKAT NEREGULARNE ARMIRANOBETONSKE ZGRADE	4153
9. Бојан Матић,	
СИСТЕМ УПРАВЉАЊА МОСТОВИМА У СРБИЈИ, Часопис Наука + пракса, Ниш,	
број 12.1/2009.	4157

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Dalibor Šlezak, Svetozar Kostić,	
ANALIZA KARAKTERISTIKA PARKIRANJA U CENTRALNOJ ZONI SOMBORA SA	
PREDLOGOM MERA ZA UNAPREĐENJE POSTOJEĆEG STANJA	4161
2. Jovica Gadžić, Vuk Bogdanović,	
ANALIZA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA U CENTRALNOJ ZONI TEMERINA.....	4165
3. Goran Kenig, Željko Trpovski,	
SIMULACIJA RADA OPTIČKIH POJAČAVAČA	4169
4. Miroslav Kovačević, Milomir Veselinović,	
UTVRĐIVANJE UTICAJA POJEDINIH PARAMETARA NA VREME IZMENE PUTNIKA	4173
5. Marijana Hajdarević, Svetozar Kostić,	
ANALIZA EFIKASNOSTI DNEVNOG SISTEMA NAPLATE PARKIRANJA U NOVOM SADU	
SA PREDLOGOM MERA ZA UNAPREĐENJE	4177
6. Бранкица Гршић,	
САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ СА ПОГИНУЛИМ НА ПОДРУЧЈУ ВОЈВОДИНЕ	4181
7. Mladen Karović, Željko Trpovski,	
SAVREMENI SISTEMI ZA PRENOS PODATAKA U MOBILNIM TELEKOMUNIKACIJAMA	4185

8. Milana Jakšić, Željien Trpovski, INTERNET PROTOKOL TELEVIZIJA	4189
9. Igor Stojiljković, PRIMENA METODA ZA ODREĐIVANJE SUDARNIH BRZINA PRI NALETU VOZILA NA PEŠAKA	4193
10. Goran Ćelić, Željien Trpovski, MOBILNE KOMUNIKACIJE PREKO INTERNET PROTOKOLA	4197
11. Зорица Јаћовић, ВРЕДНОВАЊЕ РЕШЕЊА РАСКРСНИЦЕ УЛИЦА Д. ДАВИДОВИЋА, В. СТЕПЕ, Љ. ДАНИЧИЋА, Н.А. СПОМЕНИЦА У СМЕДЕРЕВУ	4201

**ORGANIZACIJA SLUŽBE ZA KLIMATIZACIJU I PREDLOZI NJENOG
UNAPREĐENJA U OKVIRU „TELEKOMA SRBIJA“ AD****ORGANIZATION OF DEPARTMENT FOR AIR CONDITIONING AND SUGGESTIONS
FOR IMPROVEMENT IN "TELEKOM SERBIA" AD**

Darko Ursić, Ilija Ćosić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazana organizaciona struktura Službe za klimatizaciju u „Telekomu Srbija“ ad, organizacioni problemi i utvrđeni pravci njenog poboljšanja

Abstract – In this project presenting organization structure of Air Conditioning Department in Telekom Serbia, organizational problems and set directions for its improvement

Ključne reči: Organizacija, Klimatizacija, Održavanje

1. UVOD

Telekom Srbija se može pohvaliti jednim od najsofisticiranijih serverskih sistema na ovim prostorima. Pružanje telekomunikacionih usluga vrlo je zahtevan i složen zadatak, koji zahteva vrhunsku organizaciju i besprekornu opremu i pouzdanost sistema. Zato se pri projektovanju, izvođenju i održavanju klimatizacionog sistema pristupa se samo besprekornim uređajima.

Zbog stalnog porasta snage i performansi računara i telekomunikacione opreme, problem pregrevanja računarsko-telekomunikacione opreme, odnosno zahtev za njenim hlađenjem postaje sve veći. Poslednjih nekoliko godina taj se problem toliko uvećao da se ulažu veliki naponi kako bi se ograničila temperatura opreme i omogućilo njeno kontinualno hlađenje. Porastom brzine procesora, veoma se povećao i nusprodukt zagrevanje. Pre desetak godina, potreba za kompleksnim rashladnim sistemima bila je rezervisana samo za krozbar sisteme centrala (stari analogni sistemi) ili superračunare koji su generisali toliko toplote da su zagrevali cele zgrade u kojima su se nalazili. Danas toplotu uglavnom zrače procesori, ali postoje i drugi izvori kao što su ispravljači, tj. izvori napajanja u računarima, tvrdi diskovi, grafičke kartice, ruteri, switčevi i naravno telekomunikacione centrale novih digitalnih generacija.

Sve to dovodi do problema pregrevanja računarsko-telekomunikacione opreme, koja pri visokim temperaturama naglo stari. U radnim uslovima povišena temperatura je nepovoljna i predstavlja problem u funkcionisanju telekomunikacione opreme, tako da duga izloženost visokim temperaturama, ili učestane promene iste, mogu imati nepredvidive čak i fatalne posledice. Korisnici, server administratori i tehničari u TK centralama svesni

su da im oprema u takvim uslovima radi na rubu izdržljivosti, te u saradnji sa stručnim licima zaduženim za održavanje klima sistema čine sve da do takvih slučajeva ne bi došlo, te da se ne bi dogodili ispadi opreme koji mogu biti katastrofalni, pri čemu štete na opremi mogu dostići astronomske iznose. Računarsko – telekomunikaciona oprema funkcioniše pouzdanije i ima duži rok trajanja u hladnijem i ujednačeno hlađenom okruženju.

**2. NADZOR TEMPERATURA U PROSTORIJAMA
ZA TK OPREMU**

Potreba za nadzor temperature je ultimatum za svaki moderni serverski i telekomunikacioni sistem. Klimatizacioni i ventilacioni sistemi su vrlo kompleksni. Koliko god kvalitetno bili projektovani i izvedeni podložni su kvarovima, koji mogu dovesti do iznenadnih porasta temperature. Kontinuiranim nadzorom temperature u hlađenim prostorijama moguće je sprečiti nepotrebne kvarove telekomunikacione opreme i računara, te osigurati stabilnost rada.

Kontrolu rada klimatizacionih uređaja i opreme vrši služba za klimatizaciju koja odraduje preventivne - redovne i vandredno - interventne servise na uređajima, sa otklanjanjem iznenadnih ispada klima opreme, dok Služba za nadzor mreže, preko svojih dežurnih radnika pored nadzora rada mreže i telekomunikacione opreme kontroliše i temperaturu ambijenta odnosno prostorija u kojima je smeštena telekomunikaciona oprema i o svakoj promeni temperature direktno i trenutno obaveštava dežurne iz Službe za klimatizaciju i dežurne iz hlađenih centrala. Svakodnevnim nadzorom i praćenjem temperature mogu se pravovremeno uočiti i neke uznemirujuće pojave koji se u početnoj fazi lako i elegantno neutrališu.

3. ORGANIZACIJA SLUŽBE ZA KLIMATIZACIJU

Klima oprema je u preduzeću „Telekom Srbija“ ad podeljena po prioritetima održavanja telefonskih centrala i opreme koja se hladi u pet kategorija održavanja.

U **prvu kategoriju** održavanja spada klima oprema u tranzitnim kapacitetima, magistralnim kapacitetima, sistemima prenosa, centralama mobilne telefonije MTS i serverskim prostorijama za prenos podataka. To su uglavnom hlađene prostorije koje se nalaze u telekomunikacionom centru Novi Sad, a njihov rad se kontroliše svakodnevno.

NAPOMENA:

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

Drugu kategoriju održavanja čine klima uređaji koji se nalaze u magistralnim kapacitetima bez posade, reonskim telefonskim centralama, isturenim stepenima većeg značaja kao i čvornim centralama sa posadom (Vrbas i Bačka Palanka) gde se njihov rad kontroliše najmanje jednom nedeljno.

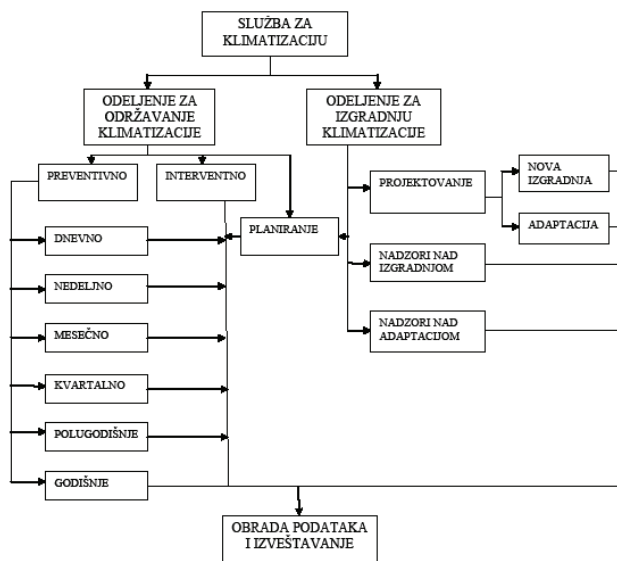
U **treću kategoriju** održavanja spadaju klima uređaji koji se nalaze u čvornim kapacitetima bez posade (Šajkaš, Bački Petrovac, Beočin i Žabalj), te krajnji kapaciteti većeg značaja (Bač i Bečej), a njihov se rad kontroliše najmanje jednom mesečno.

Četvrtu kategoriju održavanja čine klima uređaji koji se nalaze u krajnim centralama, a one se nalaze u svim mestima - selima Mrežne grupe 021. Njihov rad se kontroliše najmanje jednom u tri meseca.

Uređaji su podeljeni po kategorijama održavanja, te je napravljen plan preventivnog održavanja sa vrstama aktivnosti po rokovima izvršenja:

- Dnevno
- Nedeljno
- Mesečno
- Kvartalno
- Polugodišnje
- Godišnje

i kao takvi su svrstani u organizacionu šemu Službe za klimatizaciju koja je prikazana na slici 1.



Slika1. Organizaciona šema službe za klimatizaciju

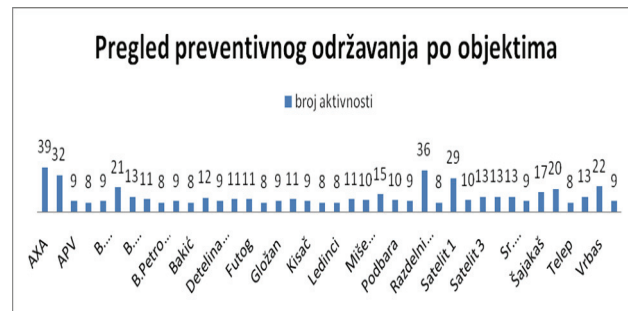
3.1. Preventivno održavanje

Plansko - preventivno održavanje sistema obezbeđuje bolji učinak klimatizacionih uređaja, smanjenje troškova potrošnje električne energije, produžavanje radnog veka uređaja, obezbeđivanje veće pouzdanosti u eksploataciji i sprečavanje pojave kvarova. Zato je napravljen detaljan plan preventivnih održavanja rangiranih objekata, koji se sastavlja mesečno, za naredni mesec sa tačnim datumima obilazaka objekata i vršenja tačno određenih servisa na njima po radnim nalogima koji se sastavljaju za svaki dan pojedinačno.

Planom preventivnog održavanja uređaja detaljno su navedene obavezne aktivnosti koje radnik održavanja mora da odradi po dolasku na objekat, a tiču se pregleda

stanja, kontrole ispravnosti uređaja i rada svih sklopova sistema, čišćenja i pranja, te potrebne zamene potrošnog materijala i dopune freona u skladu sa potrebama, pravilima struke i uputstvom proizvođača opreme.

U dnevnim radnim nalogim organizator posla označava radnicima koje je radnje neophodno izvršiti prilikom obilaska objekata, što oni nakon završenog obilaska i servisa overavaju, te predaju potpisane dnevne radne naloge. Svi dnevni radni nalozi se računarski obrađuju, kontrolišu i overavaju od strane odgovornog lica, koje ujedno i vrši analizu održavanja (slika 2.).



Slika 2. Pregled preventivnog održavanja po objektima

3.2. Interventno servisno održavanje

Interventno održavanje spada u jedno od najvažnijih delova održavanja klimatizacije u Telekomu Srbija. Od izuzetne važnosti je za rad telekomunikacionih uređaja, jer obezbeđuje da temperatura u hlađenim prostorijama bude konstantna i ne prelazi zadate vrednosti, i u slučaju havarijskih incidentnih događaja. Tako na primer, prilikom ispada ili kvara klima uređaja, beleži se temperaturni porast od 2 do 4 stepena na sat vremena. Takođe je važno da se tokom preventivnog održavanja sve nepravilnosti u radu uređaja beleže i prijavljuju kako bi se u najkraćem roku otklonile, te ne bi dovele u pitanje funkcionisanje sistema i telekomunikacione opreme.

Interventno održavanje se započinje izdavanjem servisnog naloga (slika 3.), koji se otvara na osnovu sledećih dojava i kriterijuma:

- Uočena nepravilnost prilikom redovnog – preventivnog održavanja
- Prijava povišene temperature ili druge nepravilnosti od dežurnog udaljenog nadzora
- Prijava povišene temperature ili druge nepravilnosti od dežurnog iz TK centrala
- Zahtev za intervencijama i ispomoc od drugih izvršnih jedinica
- Ostalih zahteva za intervencijama

Telekom Srbija
DIREKCIJA ZA TEHNIKU
FUNKCIJA EOM
Izvršna jedinica Novi Sad
Služba za KLIMATIZACIJU

Datum:

SERVISNI RADNI NALOG

Objekat	Ime / Prezime radnika	Tip	Godište	Radni broj	Freon	Radno vreme
Telep	LG split	I.S-T18	2002	5.2	22	1100gr

Redni broj	Uočena nepravilnost / vrsta alarma	Količina dopunjeno	Zamrežen delo	Otklonjena nepravilnost, opis radova	Napomena
1	2	3	4	5	6

NAPOMENA SERVISERA: _____ (mesto) godine

NALOG IZDAO: _____ OVERAVA: _____

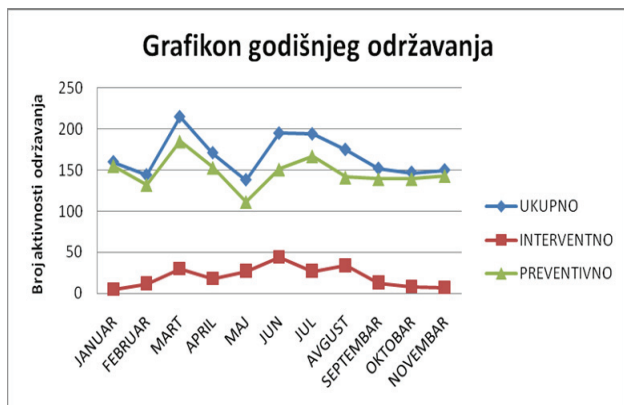
Slika 3. Prikaz servisno-interventnog naloga

Prijave o smetnjama na uređajima ili eventualnim nepravilnostima službi za održavanje klimatizacije dostavljaju se u obliku e-maila ili telefonskim putem, zavisno od hitnosti intervencije.

4. REZULTATI PREVENTIVNOG I INTERVENTNOG ODRŽAVANJA

Rashladna sezona 2010, je za razliku od predhodnih sezona, nakon detaljnog snimanja uređaja i njihovog stanja, te situacije na terenu, započela sa pripremama i preventivnim održavanjem u januaru mesecu 2010 godine.

Svi uređaji su pripremljeni, očišćeni i oprani, te su svi filteri zamenjeni čistim, a istovremeno je izvršena i popravka 15 neispravnih klima iz prethodnog perioda. Zahvaljujući takvoj pripremi prilikom prvog toplotnog udara spoljašnjeg povećanja temperature u martu mesecu zabeležen je samo veći broj lažnih alarma koji su se ogledali u tome da su klime u okviru zimskog režima rada ili zbog podešavanja koje je izvodilo osoblje na objektima, bile podešene na grejanje umesto na hlađenje, tako da je to Služba za klimatizaciju brzo regulisala. Letnji meseci su protekli ujednačeno i relativno mirno sa procentom interventnog održavanja od 10 do 12%, što je gledajući strukturu i starost opreme u zadovoljavajućim granicama. Dolaskom jeseni primećeno je smirivanje situacije i manje prijavljivanje kvarova te samim tim i intervencija na uređajima, što je prikazano na grafikonu godišnjeg održavanja (slika 4.)



Slika 4. Grafikon godišnjeg održavanja

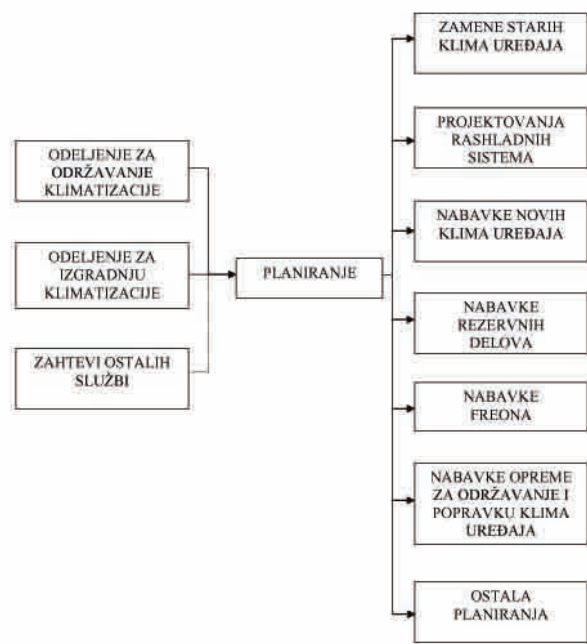
Analiziranjem prikupljenih godišnjih podataka iskazan je udeo interventnog održavanja (slika 5.) u ukupnom broju radnih aktivnosti na održavanju klimatizacije.



Slika 5. Udeo interventnog održavanja

5. PLANIRANJE U OKVIRU SLUŽBE ZA KLIMATIZACIJU

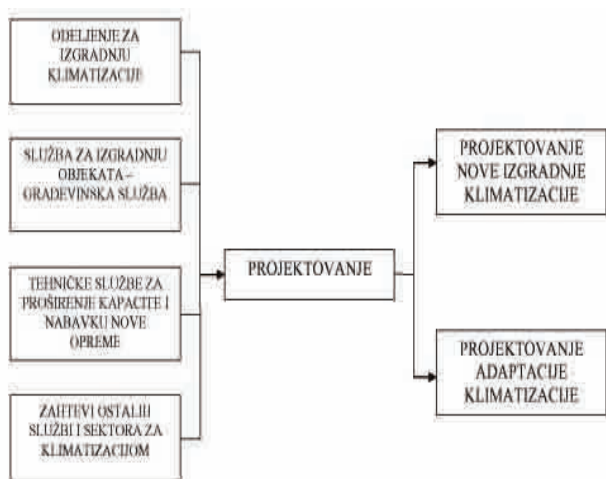
Planiranje u okviru Službe za klimatizaciju predstavlja podjednaku važnu funkciju kao i funkcija održavanja. Razlog ove konstatacije prizilazi iz pravovremenih planiranja kako nabavke potrošnog materijala, freona i rezervnih delova tako i nabavke i zamene dotrajalih kompletnih klimatizacionih sistema. Planiranje ima za cilj trebovanje sredstava u okviru plana i budžeta za narednu sezonu da bi se izvršila zamena dotrajalih i starih klima uređaja, ali i nabavka novih adekvatnih uređaja za prostore u izgradnji, o čemu bi trebalo da se na vreme pribave informacije iz službi zaduženih za proširenje kapaciteta i TK mreže. Na slici 6. prikazana je organizaciona šema planiranja u okviru Službe za klimatizaciju u Izvršnoj jedinici Novi Sad, „Telekom Srbija“ ad.



Slika 6. Organizaciona šema planiranja u okviru Službe za klimatizaciju

6. PROJEKTOVANJE U OKVIRU SLUŽBE ZA KLIMATIZACIJU

Svakako važnu ulogu nosi i deo Službe za projektovanje koji se bavi izgradnjom novih investicionih objekata i adaptacijom starih. Na terenu bi trebalo da se ostvari veća komunikacija između odeljenja za izgradnju klimatizacije, službe za izgradnju objekata – građevinske službe, tehničke službe zadužene za proširenja kapaciteta i nabavku nove opreme, te zahteva ostalih službi za hlađenjem i klimatizacijom. Na taj bi se način na osnovu prikupljenih podataka o novoj opremi, njenoj količini i disipaciji toplote, izvršilo pravovremeno i adekvatno projektovanje novih ili adaptiranih prostora klimatizacije, kao i odabir adekvatnih uređaja i njihovih kapaciteta. Na slici 7. Prikazana je organizaciona šema projektovanja u okviru Službe za klimatizaciju.



Slika 7. Organizaciona šema projektovanja u okviru Službe za klimatizaciju

7. UNAPREĐENJE ORGANIZOVANJA I FUNKCIONISANJA SLUŽBE ZA KLIMATIZACIJU

Unapređenje funkcionisanja Službe za klimatizaciju u okviru Izvršne jedinice Novi Sad preduzeća „Telekom Srbija“ ad ostvareno je na sledeći način:

1. Uvedena je elektronska administracija tekućih aktivnosti i obrade podaka,
2. Uvedeni su Dnevni radni nalozi za preventivno održavanje uređaja sa tačno definisanim aktivnostima
3. Uvedeni su Servisni radni nalozi za interventne aktivnosti na klima uređajima, sa opisima smetnje, potrebnim radovima i učinjenim aktivnostima,
4. Analizom intervencija izolovani su potencijalni uzročnici kvarova u smislu zastarelih i nepouzdatih uređaja, koji će se kroz plansko i investiciono održavanje zameniti novim pouzdatim klima sistemima,
5. Podatci iz redovnog održavanja analizom su ukazali na vremensko angažovanje radnika u pojedinim objektima i uređajima, te je unapređena organizacija, i izvršen uticaj na smanjenje potrebnog vremena za održavanje, što se manifestovalo većom mobilnošću radnika u kritičnim situacijama,
6. Projektovanje klimatizacije dobilo je značajnu ulogu u novim investicijama.

8. ZAKLJUČAK

Ovaj rad nastao je kao želja da se na primeru organizacije jednog savremenog preduzeća, kakav je „Telekom Srbija“ ad, koje je svojevrtni lider na polju telekomunikacija na ovim prostorima prikaže značaj dobrog organizovanja i funkcionisanja Službe za klimatizaciju neophodne za ispravan i neprekidan rad sofisticirane, digitalne, računarske i telekomunikacione opreme.

Predmet analize u ovom radu bilo održavanje klime uređaja, sa aspekta preventivnog i interventnog održavanja i samim tim smanjenja broja nepouzdatih uređaja, kvarova i ispada sistema. Analizom prikupljenih podataka koji su elektronskim putem obrađeni uočene su karakteristične tačke problema u eksploatacije, za koje su dati predlozi za zamenu starih i dotrajalih uređaja, novim, adekvatnih performansi.

Takođe analizom obrađenih podataka iz cele rashladne 2010. godine, došlo se do saznanja kako se nakon kvalitetno odrađenog preventivnog održavanja i nakon pojačanog interventnog angažovanja na otklanjanju uočenih i zatečenih smetnji, ušlo u period ujednačene eksploatacije i smanjivanja potrebe za servisno interve-ntnim održavanjem.

Uočena je i potreba da se prilikom svake nove izgradnje ili adaptacije objekata pristupi detaljnom sagledavanju i projektovanju klimatizacije.

9. LITERATURA

- [1] Dragutin M. Zelenović, „Tehnologija organizacije“, Naučna knjiga, 2002.
- [2] Dragutin M. Zelenović, „Upravljanje proizvodnim sistemima“, Institut za industrijske sisteme, Novi Sad, 1985.
- [3] Jovan Todorović, „Strategijski menadžment“, Institut za tržišna ispitivanja, Beograd, 2000.
- [4] „Službeni glasnik Telekoma Srbije“ br. 24/08, Pravilnik o organizaciji preduzeća za telekomunikacije „Telekom Srbija“ ad.
- [5] „Finansijski izveštaj za 2009. Godinu preduzeća za telekomunikacije „Telekom Srbija“
- [6] M. Galogaža, „Marketing i menadžment istraživanja“, Novi Sad 1999. godine

Kratka biografija:



Darko Ursić rođen je u Novom Sadu 1973. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstvo odbranio je 2010.god.



Ilija Čosić rođen je u Rivici 1948. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1983. god, a od 1993. je u zvanju redovnog profesora za užu naučnu oblast Proizvodni sistemi.

UTICAJ RAZLIKE PRITISKA VAZDUHA U PREDNJIM PNEUMATICIMA NA MOMENT NA VOLANU PRI KOČENJU VOZILA

THE INFLUENCE OF DIFFERENCES IN AIR PRESSURE IN THE FRONT TIRES TO THE STEERING WHEEL TORQUE DURING THE BRAKING

Davorin Radaković, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Tema ovog rada je merenje sile koja se pojavljuje na upravljaču pri različitim uslovima ispitivanja. Na vrednost sile utiče više faktora, a najznačajniji varirani faktori jesu brzina i pritisak u pneumatiku. Cilj ovog rada je da se ispitivanjem utvrdi da li i u kojoj meri izduvanost pneumatika upravljačke osovine generiše takav moment na upravljaču koji može vozač da savlada.

Abstract – Theme of this paper is the measurement of force that appears to control the different testing conditions. The value of force depends on several factors. The most important factors were varied: speed and tire pressure. The paper determined, if and to what extent, deflation of steering axle tires generates such a torque on the steering wheel that the driver can beat.

Gljučne reči: Moment na upravljaču, brzina vozila, pritisak u pneumatiku.

Key words: Torque of steering wheel, vehicle speed, tire pressure

1. UVOD

U radu se obrađuje problem, dosta čest u praksi, veličina sile koja se javlja na volanu prilikom iznenadnih kočenja. Kada se vrši rekonstrukcija saobraćajne nezgode, potrebno je dokazati tačan uzrok, radi li se o ljudskom faktoru ili je u pitanju nesavršenost sistema. U cilju postizanja tačnih rezultata ispitivanja razmatrani su različiti uslovi merenja. Podaci koji su obrađivani odnose se na razlike u pritisku kod prednjeg levog pneumatika i brzine kretanja vozila.

2. SISTEM ZA UPRAVLJANJE MOTORIM VOZILIMA

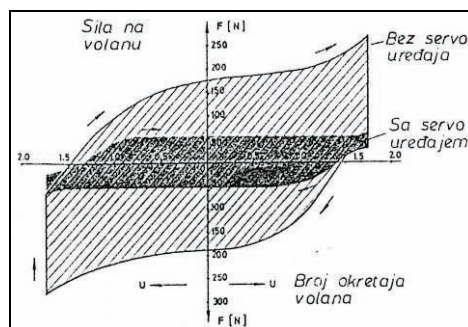
Kod upravljanja kretanjem mobilnih mašina (vozila), sreću se raznovrsna rešenja:

- upravljanje zakretanjem prednjih točkova
- upravljanje zakretanjem zadnjih točkova
- upravljanje zakretanjem i prednjih i zadnjih točkova
- upravljanje zakretanjem prednjeg u odnosu na zadnji deo zglobno vezane šasije

Sistem upravljanja prednjim točkovima razlikujese: prema vrsti upravljačkog mehanizma i prema pojačavačima. Upravljački mehanizam treba da obezbedi [2]: stabilno kretanje u pravcu, malu silu na upravljačkom točku, proporcionalan odnos sile na upravljačkom točku volana i momenta zakretanja upravljačkih točkova i vraćanje

upravljačkih točkova po izlasku iz krivolinijskog u položaj pravolinijskog kretanja pod dejstvom stabilizirajućeg momenta

Servo upravljač ima osnovnu namenu, da olakša rad sa upravljačem. Prednost vozila koja poseduju servo pojačavač sile upravljanja je u tome što je potrebna manja sila da bi se točkovi zakrenuli pogotovo kad vozilo stoji u mestu. Na putničkim vozilima najčešće se koriste hidraulični i električni tipovi servo upravljanja. Prednost hidrauličnog servo upravljača u odnosu na sistem upravljanja bez pojačavača posebno se manifestuje u slučaju pucanja pneumatika. Servo pojačavač sile na upravljaču ima i svoje nedostatke. Jedan od osnovnih nedostataka jeste to što šalje manje informacija od puta i podloge za razliku od mehaničke zupčaste letve bez servo pojačavača i stvara subjektivan osećaj vozaču.



Slika 1. Dijagram sile na volanu, [4]

3. STABILNOST KOČENJA VOZILA

Stabilnost kočenja je jedna od najznačajnijih osobina koje vozilo treba da ispuni pri kočenju. Odlikuje se time da se konstrukcija samog sistema kočenja projektuje tako da pri različitim pritiscima u pneumaticima upravljačkih točkova vozilo ne menja putanju pri iznenadnim i intenzivnim kočenjima. Da bi se održala stabilnost kočenja kod pneumatika sa različitim pritiskom na upravljačkim osovinama, potrebno je delovati različitim silama kočenja na svaki točak, zbog toga što pneumatika sa nižim pritiskom ima lošije prijanjanje i lakše dolazi do njegovog blokiranja. Zbog toga je često u primeni Sensotronic Brake Control (SBC), uređaj koji deluje na svaki točak posebno, raspoređujući silu kočenja tako da vozilo održi na pravcu. Ima prednost u odnosu na klasičan ABS sistem što dejstvuje brže, jačom silom na kočione obloge, čime skraćuje put kočenja, a može na svaki točak da prenese različitu količinu sile čime na pneumatik sa smanjenim pritiskom šalje manju količinu sile u odnosu na pneumatik sa normalnim pritiskom.

Faktori koji utiču na upravljivost vozila:

- brzina kretanja vozila,

NAPOMENA:

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

- vrsta podloge,
- razlika u osobinama podloge, posebno ako je jedan pneumatik na tvrdoj, drugi na mekoj podlozi,
- koeficijent trenja koji ima podloga (sneg, blato, led, makadam, zemljana podloga),
- dimenzije pneumatika (širi pneumatik ima manji pritisak na podlogu i lošije karakteristike na mekoj podlozi i lako dolazi do klizanja, dok uži pneumatik ima bolja svojstva na mekoj podlozi i kretanju po kiši, dok je lošiji po suvom asfaltu). Kod šireg pneumatika veći su otpori na upravljaču koje treba da savlada vozač i sistem za upravljanje, jer je veća dodirna površina pneumatika sa podlogom,
- pritisak u pneumatiku: sa smanjenjem pritiska raste otpor na upravljaču i pogoršavaju se vozne karakteristike,
- podloga koja je pokrivena snegom ili ledom, ako se na istoj osovini nalaze pneumatici koji su istih dimenzija, ali jedan za letnju upotrebu a drugi za zimsku, veći otpor će praviti pneumatik za zimsku upotrebu jer ima bolje prijanjanje za podlogu i pravi veću silu na upravljaču. Na suvoj podlozi, ako su na istoj osovini pneumatici istih dimenzija za isti period upotrebe, ali je jedan sa novom šarom na pneumatiku a drugi sa potpuno istrošenom, veći otpor pravi pneumatik sa potrošenom šarom jer mu je veća gazna površina. Na mokroj podlozi, koja je pokrivena vodom karakteristike pneumatika se bitno razlikuju, jer pneumatik sa potrošenom šarom nema gde da potiskuje vodu i dolazi do aquaplaninga.

4. TERENSKA ISPITIVANJA

4.1. Načini ispitivanja

Merna veličina koja je ispitivana jeste sila na obimu volana. Ona je merena u različitim uslovima merenja. Sila na obimu volana je najintenzivnija kada je tangencijalna u odnosu na upravljač.

Prilikom ispitivanja varirana su dva parametra:

- početna brzina u trenutku kočenja
- pritisak u jednom pneumatiku upravljačkih točkova.

4.1.1. Broj merenja

Brzina je varirana u 6 veličina od 30 km/h do 55 km/h, a pritisak je variran između nominalnih 2 bar do 0.5 bar. Tabela 1 prikazuje tabelarni prikaz brzina i pritiska na kojima su obavljena ispitivanja.

Tabela 1. Brzine i pritisci ispitivanja

bar/kmh	30	35	40	45	50	55
2 bar	•	•	•	•	•	•
1 bar	•	•	•	/	/	/
0.5 bar	•	•	•	/	/	/

4.2. Opis ispitivanog vozila

Vozilo na kojem se vršilo ispitivanje jeste Opel Astra F karavan. Vozilo poseduje dvokružni sistem kočenja, na prednjoj osovini su disk kočnice, a na zadnjoj simpleks doboš kočnica. Vozilo nije opremljeno ABS sistemom protiv blokiranja točkova niti elektronskom kontrolom stabilnosti vozila ESP. Automobil poseduje upravljački prenosnik sa zupčastom letvom i hidraulični servo pojačavač.

Sistem oslanjanja vozila na prednjoj osovini je Makfer-son, a na zadnjoj osovini je torziona osovina sa oprugom i prigušnim amortizerom, prigušivač oscilacija nalazi se pored opruge. Ispitivano vozilo prikazano je na Slici 2.



Slika 2. Vozilo na kojem su vršena ispitivanja

4.3. Merna oprema

Merni uređaj je koncipiran tako da se davač sile ubacuje između volana i nepokretne tačke na vozilu. Posle toga je bilo neophodno onemogućiti pomeranje volana da bi se mogla očitati potrebna sila na volanu.

Da bi merenje bilo moguće potrebno je osmisliti i napraviti sklop koji se postavlja na upravljač automobila. U tu svrhu konstruisan je i napravljen namenski uređaj za prihvatanje sile.

Zahtevi koji su postavljeni prilikom izrade su bili:

- veza mora biti raskidiva u svakom trenutku,
- da uređaj bude demontažni u kratkom vremenskom periodu
- da nema zazora između davača sile i namenskog uređaja na volanu
- da je uređaj podesiv u pogledu ugla zakretanja volana.

Sklop je napravljen od čelične cevi prečnika 30 mm koja je savijena po obodu volana sa spoljašnje strane. Učvršćivanje sklopa za volan urađeno je pomoću zavrtanja prečnika 8 mm i dužine 80 mm. Napravljena su četiri takva navojna spoja da bi cev bila pričvršćena u potpunosti za volan. Veza cevi sa obodom volana je urađena sa dve čelične pločice dimenzija 50x20x4mm sa rupama u sebi prečnika 8 mm. Kada se cev postavi na obod volana, pločice se stave sa dve navrtke M8 i podloškama, te se pritegne alat za ispitivanje na volan.



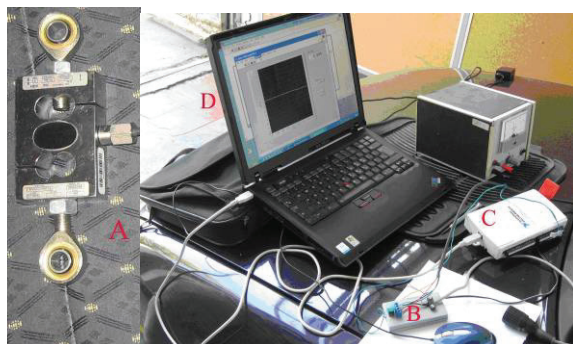
Slika 3. Primenjeni uređaj za merenje obimne sile

Na Slici 3. prikazan je postavljen sklop zajedno sa davačem sile, a na Slici 4. prikazan je prethodno opisan sklop koji se postavlja na upravljač vozila.

Takođe su korišćeni sledeći merni uređaji: davač sile HBM RSCA C1, pretpojačalo BA 660 i multifunkcionalna akvizicija NI USB 6210 koji su povezani dati na Slici 5 (a – davač sile, b – pretpojačalo, c – multifunkcionalna akvizicija, d – notebook računar).



Slika 4. Uređaj koji se pričvršćuje na upravljač



Slika 5. Primenjeni merni sistem

4.3. Uslovi ispitivanja

Ispitivanja su zbog bezbednosnih razloga obavljana na poligonu za obuku vozača (kod Najlon pijace), gde postoji pravac dovoljne dužine za postizanje potrebne brzine.

Meteorološki uslovi na kojima su vršena merenja su bili dobri, po vedrom suvom vremenu, spoljašnje temperature cca 30°C.

Podloga na kojoj su vršena ispitivanja:

- asfalt
- asfalt je bez oštećenja, suv i sa normalnim stepenom zaprljanosti.

5. REZULTATI ISPITIVANJA

5.1. Rezultati ispitivanja za pritisak u pneumatiku 2 bar

Prvo ispitivanje rađeno je za brzinu od 30 km/h sa pritiskom u pneumatiku od 2 bar na oba upravljačka točka. Vršena su po dva merenja.

Isti postupak ponovljen je i za brzinu od 35 km/h, gde se već primetila razlika, u odnosu na prethodno merenje u tragu kočenja i intenzitetu sile koju upravljač dobija. Takođe je postupak ponovljen i za brzine od 40 km/h, 45 km/h, 50 km/h i 55 km/h.

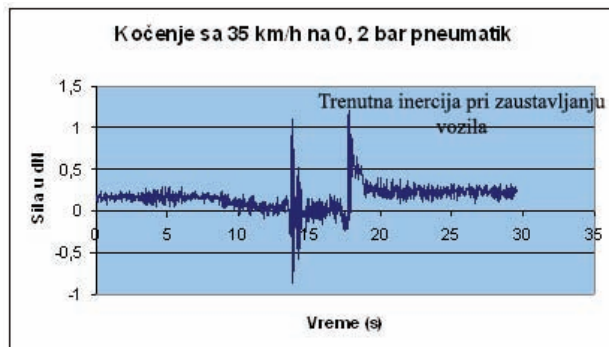
Pri kočenju sa pneumaticima koji imaju pritisak od 2 bara, vozilo nije skretalo sa prvobitne putanje, a sile koje su se pojavljivale na volanu su bile male i kretale su se od -5N do 18N.

Dimenzija pneumatika u prvom delu ispitivanja je 195/50 R15" koja su zamenjena usled oštećenja, te je ispitivanje nastavljeno na pneumaticima dimenzija 165/70 R14.

Dijagram 1. je rezultat eksperimenta sprovedenog uz naglo ubrzavanje vozila (uz proklizavanje pneumatika) kod brzine kretanja vozila od 35 km/h.

Na dijagramu kočenja prikazano je da je pri početnom kretanju vozila, pri žustrijem startu davač sile opterećen na istezanje sve do momenta prebacivanja stepena prenosa gde se pojavljuje nagla promena opterećenja, i to tako što je davač prvo opterećen na istezanje, pa onda na pritisak. Nagli skok opterećenja je posledica proklizavanja

pogonskih točkova nakon promene stepena prenosa jer točkovi tada klizaju i nemaju potpuno prijanjanje za podlogu. Nakon prestanka proklizavanja točkova dolazi do umirivanja sile koja se kreće u granicama od -8N do 11N. Nakon toga počinje naglo kočenje, gde sila značajno raste i polako opada. Na ovom kočenju je primećeno, da je davač sile ostao opterećen na istezanje za razliku od merenja pri manjim brzinama.



Dijagram 1. Kočenje sa 35 km/h na 0 km/h

5.2. Rezultati ispitivanja za pritisak u pneumatiku 1 bar

Pritisak u prednjem levom točku je smanjen na pritisak od 1 bar. Na tom pritisku već se primećuje da vozilo ima blagu tendenciju skretanja, kako prilikom ubrzavanja, tako i prilikom kočenja. Kretanje se vrši u stranu gde je manji pritisak u pneumatiku. Na brzini od 30 km/h primećeno je blago povećanje sile na upravljaču, ali je vozilo zadržalo praktično neizmenjenu pravolinijsku putanju kretanja (Slika 6.).

Kod brzine kretanja vozila od 35 km/h, pneumatik je obeležen kredom na mestu ventila na naplatku, da bi se utvrdilo da li se pneumatik zakreće u odnosu na naplatak prilikom kočenja. Na kočenju pri brzini od 35 km/h vozilo je zadržalo prvobitni pravac kretanja, nije primećeno nikakvo skretanje vozila u stranu gde je niži pritisak u pneumatiku, niti se pneumatik zakrenuo u odnosu na naplatak.



Slika 6. Trag kočenja pri brzini od 30 km/h

Na sledećem merenju brzina je povećana na 40 km/h, što je brzina kretanja vozila, koja je jedna od najčešćih po gradu. Postupak je ponovljen identično kao i za prethodna merenja, sila na upravljaču se povećala i na više ponovljenih kočenja nisu primećena veća rasipanja.

Pneumatik se nije zakrenuo u odnosu na naplatak.

Prilikom ispitivanja sile na upravljaču pri brzini kretanja vozila od 40 km/h, registrovana sila postepeno raste i kreće se u granicama od -25 do 15N, što se može

proceniti da je prosečan čovek može bez poteškoća savladati.

5.3. Rezultati ispitivanja za pritisak od 0.5 bar

Nastavak ispitivanja podrazumevao je smanjivanje pritiska na prednjem levom pneumatiku na 0.5 bar.

Pritisak od svega 0.5 bar je izuzetno nizak te se pneumatik veoma smanjuje po boku, dok mu se gazeća površina povećava. Pri upravljanju vozila sa pomenutim pritiskom primećuje se osetno menjanje linije kretanja vozila, te osetno vučenje u stranu gde je niži pritisak u pneumatiku. Pored vučenja primećuje se i blaga nagnutost vozila ka istoj strani. Vožnja sa takvim pneumatikom izuzetno je opasna jer se pneumatik značajnije više zagreva i krajnja ivica boka pneumatika se tare po asfaltu i haba. Prilikom montaže i podešavanja merne opreme, javilo se dosta problema. Jedan od njih jeste i otežano fiksiranje upravljača, tako da se vozilo kreće u pravoj liniji na dužem pravcu.

Na Slici 7 se jasno vidi da pri naglom kočenju pneumatik sa pritiskom od svega 0.5 bar ostavlja trag samo po ivicama pneumatika.

6. ANALIZA REZULTATA

Posmatra se pritisak od 2 bar kao referentna vrednost. Analizirajući srednju aritmetičku vrednost kod brzine od 30 km/h, uočava se da je vrednost sile pri 0.5 bar približno 6 put manja, a kod pritiska od 1 bar je skoro jednaka. Za brzinu od 35 km/h je vršeno merenje za 0.5 i 2 bar i uočava se da je vrednost kod 0.5 bar za cca. 10%

Tabela 2 Srednja aritmetička vrednost sile pri pritisku od 0.5, 1 i 2 bar i brzinama od 30 do 55 km/h

brzina pritisak	30	35	40	45	50	55
0,5	0,661138	0,718349	1,17211			
1	0,348211		0,146639			
2	0,139715	0,146733	0,358367	0,295405	0,30647	0,387046

6. ZAKLJUČAK

Nakon izvršenih ispitivanja, obrade i analize dobijenih podataka došlo se do sledećih zaključaka:

1. Kod pritiska u pneumatiku 2 bar i brzina kretanja vozila do 50km/h, a pri iznenadnom kočenju, sila koja se javlja na upravljaču automobila koji ima servo pojačavač nije od značajnog uticaja na promenu putanje kretanja vozila.

2. U odnosu na vrstu podloge na kojoj se vozilo kreće, npr. podloga je asfaltna, kao što je u slučaju sprovedenog ispitivanja, zaustavni put će biti kraći, nego da su u pitanju neke druge vrste podloge. Vremenski takođe predstavljaju jedan od činilaca koji uslovljavaju ponašanje vozila na putu. Suv asfalt ima najveći koeficijent prijanjanja.

Put kočenja bez obzira na stepen izduvanosti pneumatika ne povećava u tolikoj meri da je nemoguće bezbedno zaustaviti vozilo. Odstupanje puta kočenja pri pritisku pneumatika od 2 bar i od 0.5 je oko 20%, što se u izbegavanju prepreke čini prevelikim, ali u merenjima i ne previše, ako uzmemo u obzir pritisak koji vlada u drugom pneumatiku.

7. LITERATURA

1. www.coysdenver.com (preuzeto u junu 2010.)

niža u odnosu na silu od 2 bar. Kod brzine od 40 km/h aritmetička vrednost sile za pritisak od 0.5 bar, u odnosu na referentnu vrednost, je približno 2.5 puta manja, dok je za pritisak od 1 bar vrednost sile za 23% manja.



Slika 7. Trag kočenja pri brzini od 40km/h

Tabela 2 prikazuje srednju kvadratnu vrednost sile pri pritiscima od 0.5, 1 i 2 bar za brzine od 30 do 55 km/h. Uočava se da je srednja kvadratna vrednost sile pri 0.5 bar približno skoro 5 puta veća, a kod pritiska od 1 bar je cca. 2.5 puta veća. Za brzinu od 35 km/h se uočava da je vrednost kod 0.5 bar za cca. 5 puta veća u odnosu na referentnu vrednost.

Kod brzine od 40 km/h srednja kvadratna vrednost sile za pritisak od 0.5 bar, u odnosu na referentnu vrednost, je nešto više od 3 puta veća, dok je za pritisak od 1 bar vrednost sile čini njenih 40%.

- Janićijević N., Janković D., Todorović J., Konstrukcija motornih vozila, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 1991.
- Klinar I., Tehnička eksploatacija mašina, knjiga, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2006.
- Malešev P., Hidroprenosnici u mehanizaciji, skripta, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004.
- Muzikravić V., Ispitivanje motora i vozila (deo Motorna vozila), skripta, Fakultet tehničkih nauka, 2004.
- Muzikravić V., Teorija kretanja vozila, skripta, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2005.
- Torović T., Bejatović M., Poznavanje motornih vozila I deo, Morava Commerce, Beograd, 2002.

Kratka biografija:



Davorin Radaković rođen je u Zagrebu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehanizacija i konstrukciono mašinstvo – Motorna vozila odbranio je 2010.god.

Ferenc Časnji rođen je 29.3.1947. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1985. god., a od 1996 je zvanju redovni profesor. Oblast interesovanja su motorna vozila.

ANALIZA RADA RASHLADNOG POSTROJENJA ZA ČUVANJE NAMIRNICA

ANALYSIS OF COOLING PLANT FOR STORING FOOD

Marko Erceg, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast: MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj - U ovom radu prikazana je analiza rada rashladnog postrojenja na osnovu pretpostavljene dinamike unosa i srednjih dnevnih temperature u Novom Sadu. Autor je napravio analizu i matematički model potrošnje električne energije u zavisnosti od gore navedenih faktora.

Ključne reči: rashladno postrojenje, kompresor, isparivač, kondenzator, ekspanzioni ventil, freon

Abstract: This thesis presents the work analysis of cooling systems/plants, based on the assumed dynamics of input and mean daily temperatures in Novi Sad. The author made an analysis and mathematical model of power consumption depending on the factors mentioned above.

Key words: refrigeration plant, compressor, evaporator, condenser, expansion valve, freon

1. UVOD

Zadatak mašina za hlađenje jeste da ohlade izvesna tela ili predmete ispod temperature okoline i da ih na toj temperaturi održavaju. Pod hlađenjem nekog tela podrazumevamo oduzimanje toplote tom telu. Oduzetu toplotu zovemo toplotom hlađenja i merimo je jedinicama za merenje energije (J ili kJ, MJ itd.). Hlađenje može biti prirodno, pri čemu hlađeno telo odaje toplotu nekom hladnijem telu (na pr. prirodni led koji je nastao usled temperaturnih promena u prirodi) ili veštačko, pri čemu se hlađenom telu oduzima toplota i predaje nekom toplijem telu za šta se neizbežno mora opotrebiti izvestan rad za pogon uređaja ili mašine za hlađenje.

Količina toplote, koju oduzima hlađenom telu u jedinici vremena ono telo koje ga hladi ili uređaj za hlađenje, određuje rashladni kapacitet ili kapacitet hlađenja toga tela ili uređaja za hlađenje. Rashladni kapacitet merimo jedinicama za merenje snage (W ili kW, MW itd.).

Predmet našeg izučavanja biće veštačko hlađenje, odnosno proučavaćemo uređaje i mašine pomoću kojih se ono postiže. Primena veštačkog hlađenja je danas ogromna u nauci, tehnici i životu čoveka uopšte.

Primena niskih temperatura:

Teško je i skoro nemoguće danas naći i jedno polje čovekove aktivnosti i života koje, direktno ili indirektno, ne koristi rashladne uređaje. Tim je teže nabrojati oblasti te aktivnosti i svrhe u koje se rashladni uređaji sve koriste [1] [2].

NAPOMENA:

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

Analizirajući današnje primene rashladnih uređaja, možemo ih podeliti u tri grupe:

- hlađenje je pomoćni ili glavni proizvodni proces ili pomoćno sredstvo uopšte,
- primena hlađenja za poboljšanje životih i radnih uslova,
- hlađenje je sredstvo za konzerviranje namirnica ili konzerviranje uopšte.

Primena niskih temperatura u tehnici i nauci: za proizvodnju leda, veštačka klizališta, suvi led, u hemijskoj industriji, industriji nafte, u proizvodnji i obradi metala, u medicini, laboratorijama, veštačkim atmosferama, stečnjavanju gasova, liofilizaciji, klimatizaciji ili kondicioniranju vazduha, toplotnim pumpama, konzerviranju namirnica hlađenjem, smrzavanju namirnica.

Osnovni delovi svakog rashladnog postrojenja su: kompresor, kondenzator, ekspanzioni ventil, isparivač i uređaji za regulisanje i upravljanje: presostat, termosta, higrostat. Cilj master rada jeste da služi kao smernica budućim studentima pri projektovanju rashladnih postrojenja.

2. OPŠTE O KOMPRESORIMA

U rashladnim uređajima sa mehaničkom kompresijom primenjuju se kompresori koji imaju određene konstruktivne specifičnosti za rad sa jednim ili više određenih rashladnih fluida i za uslove rada u sklopu rashladnih uređaja. Uglavnom se koriste ove četiri vrste kompresora i to: klipni, rotacioni, vijčani, turbokompresori.

3. OPŠTE O KONDENZATORIMA

Kondenzator instalacije ili uređaja za hlađenje sa mehaničkom kompresijom je razmenjivač toplote u kome se kondenzuje para rashladnog fluida koju na pritisak kondenzacije sabija kompresor. U kondenzatoru se ova sabijena para ohladi do temperature kondenzacije, kondenzuje, a obično i do izvesne mere prehladi kada rashladni fluid napušta kondenzator u stanju prehladene tečnosti [1] [2].

4. OPŠTE O EKSPANZIONIM VENTILIMA

Ekspanzivni ventili je veoma važan element rashladne instalacije. On zatvara ili usporava protok rashladnog fluida, i proporcionalno ga reguliše kroz isparivač u zavisnosti od toplotnog opterećenja isparivača, održavajući približno konstantan protok fluida. Promenljivost protoka rashladnog fluida povećava iskorišćenost isparivača, zbog bolje okvašenosti unutrašnje površine čime se omogućava pravilan i bezedan rad rashladnog uređaja. Ovaj element se koristi u rashladnim postrojenjima sa klipnim kompresorom i sa suvim isparivačem kao i u postrojenjima sa više isparivača, pri temperaturama od -50 °C do 0 °C.

Delovi ekspanzionog ventila:

1. termostatski element, kućište ventila, vreteno za podešavanje, cev za spoljšnje izjednačenje pritiska, odvojena izlazna prigušnica, komplet prigušnica, osjetljivi element, kapilarna cijev [1] [2].

5. OPŠTE O ISPARIVAČIMA

Iparivač je deo rashladne instalacije u kome ključa i isparava rashladni fluid koji prima toplotu promene faze kroz zid evisparivača od sredine ili tela koje se na taj način hladi.

U zavisnosti od konstrukcije isparivača, ključanje uglavnom može da bude :

- ključanje na cevima u velikoj zapremini i
- ključanje u cevima.

Tipovi i konstrukcije isparivača

Klasifikacija isparivača može se izvršiti na više različitih načina. Po nameni isparivači se mogu podeliti na sledeće grupe:

isparivači za hlađenje vazduha i gasova, isparivači za hlađenje tečnosti, isparivači za hlađenje i smrzavanje proizvoda kontaktnim prenosom toplote, specijalni isparivači (na pr. pločasti za frižidere, isparivači – kondenzatori u kaskadnim rashladnim uređajima itd).

U zavisnosti od načina strujanja hlađenog ili rashladnog fluida isparivači mogu da budu sa prirodnom ili prinudnom cirkulacijom. Sa gledišta proračunavanja isparivača važna je podela na isparivače sa ključanjem na cevima ili u cevima, s obzirom na ranije iznete specifičnosti. Po načinu isparavanja rashladnog fluida isparivači se dele na "suve" i "preplavljene" [1] [2].

6. TOPLOTNI DOBICI

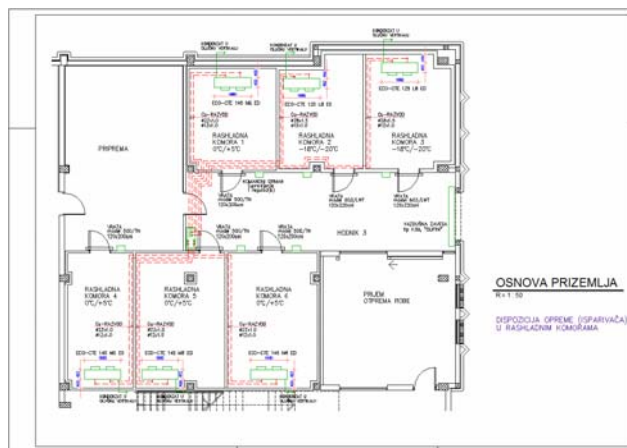
Ukupni toplotni dobici rashladne instalacije merodavni za proračun predstavljaju zbir sledećih toplotnih dobitaka:

1. Q_1 - toplotno opterećenje usled transmisije toplote kroz zidove
2. Q_2 - toplotno opterećenje usled smrzavanja i rashlađivanja proizvoda
3. Q_3 - toplotno opterećenje usled provetravanja i infiltracije spoljašnjeg vazduha
4. Q_4 - toplotno opterećenje usled rada ljudi
5. Q_5 - toplotno opterećenje usled osvetljenja
6. Q_6 - toplotno opterećenje usled ventilacije, (rada elektromotora)
7. Q_7 - toplotno opterećenje usled disanja robe

7. ANALIZA RADA RASHLADNOG SISTEMA KOMORA

7.1 ODREĐIVANJE APSORBOVANE SNAGE I POTROŠNJE EL. ENERGIJE

Hladnjača se sastoji iz 6 komora kao sto je prikazano na Slici 1.



Slika 1 Rashladne komore

7.2 SPECIFIČNI ENERGETSKI BILANS ISPARIVAČA/KONDENZATORA (IZOBARSKI PROCES)

Na slici 2, šematski je prikazan energetski bilans isparivača/ kondenzatora, iz koga kasnije proizilaze relacije



Slika 2 Energetski bilans isparivača/kondenzatora

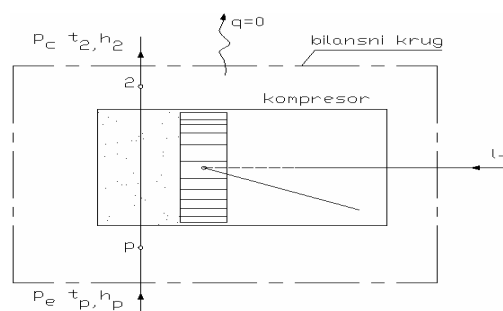
$$dq = dh \text{ i } q_e = h_2 - h_1$$

Takođe važi:

$$h_3 = h_4, \text{ jer je proces izentalpijski}$$

7.3 SPECIFIČNI ENERGETSKI BILANS KOMPRESORA (ADIJABATSKI PROCES, POLITROPSKI, SPECIJALNI SLUČAJ IZENTROPSKA)

Na slici 3, šematski je prikazan energetski bilans kompresora iz koga kasnije proizilaze relacije



Slika 3 Energetski bilans kompresora

$$dq = 0, \text{ pa je:}$$

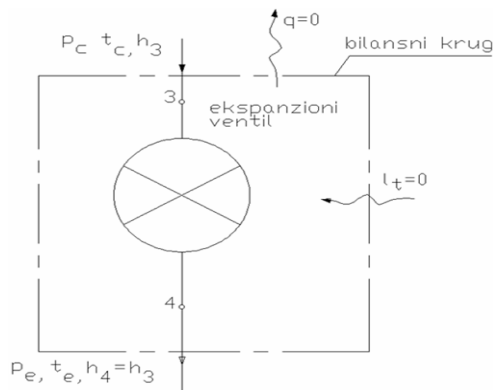
$$dl_t = dh,$$

tj.

$$l_t = h_2 - h_p$$

7.4 SPECIFIČNI ENERGETSKI BILANS EKSPANZIONOG VENTILA

Na slici 4, šematski je prikazan energetski bilans ekspanzionog ventila iz koga kasnije proizilaze relacije



Slika 4 Energetski bilans ekspanzionog ventila

$$dq = 0, \quad dl_t = 0$$

pa je:

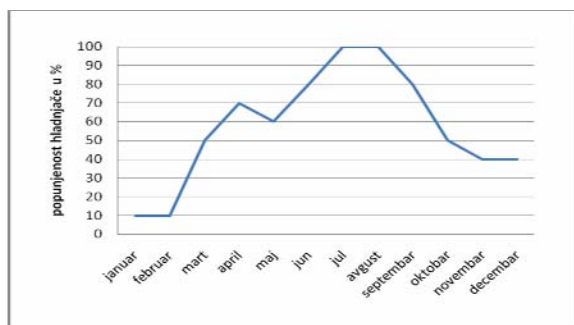
$$dh = 0,$$

tj.

$$h = \text{const}, \quad h_3 = h_4$$

7.5 PRETPOSTAVLJENA DINAMIKA KORIŠĆENJA U TOKU GODINE

Proizvoljno sam pretpostavio godišnju dinamiku iskorišćenja rashladnog postrojenja i ona je prikazana u grafiku 1.



Grafik 1 Pretpostavljena dinamika korišćena rashladnog postrojenja u toku godine

Na osnovu podataka sa meteorološke stanice Rimski Šančevi dobija se godišnji pregled temperature i relativnih vlažnosti u Novom Sadu, grafik 2.

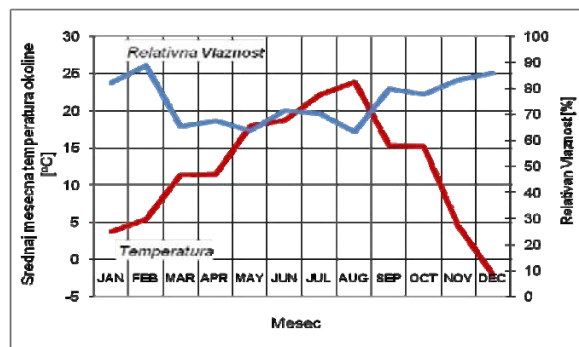
7.6 ENERGETSKI BILANS RASHLADNE KOMORE 1 (ZA $T_s=20^\circ\text{C}$)

Temperatura t_c , odgovarajući ravnotežni pritisak kondenzacije p_c i entalpija ključalog freona h_3 :

$$t_c = t_{\text{amb}} + 10^\circ\text{C} = 20 + 10 = 30^\circ\text{C}$$

$$p_c = 11,918 \text{ bar}$$

$$h_3 = 236,8 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$



Grafikon 2 Godišnji pregled temperatura i odgovarajućih relativnih vlažnosti u Novom Sadu

Temperatura $t_{c \text{ sub}}$, odgovarajući ravnotežni pritisak kondenzacije p_c i entalpija ključalog freona $h_{3 \text{ sub}}$:

$$t_{c \text{ sub}} = t_{\text{amb}} + 10 - 4^\circ\text{C} = 20 + 10 - 4 = 26^\circ\text{C}$$

$$p_c = 10,721 \text{ bar}$$

$$h_3 = 231,7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Temperatura t_e , odgovarajući ravnotežni pritisak isparavanja i entalpija na ulazu u isparivač

$$t_e = t_{\text{amb}} - 10^\circ\text{C} = 0 - 10 = -10^\circ\text{C}$$

$$p_e = 3,552 \text{ bar}$$

$$h_4 = h_3 = 231,7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Temperatura, entalpija i odgovarajući ravnotežni pritisak isparavanja na usisu kompresora:

$$t_{1p} = -10 + 4 = -6^\circ\text{C}, \text{ preporučena temperatura}$$

$$p_{1p} = 4,071 \text{ bar}$$

$$h_{1p} = 404 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Specifični rashladni efekat

$$q_e = h_{1p} - h_4 = h_{1p} - h_3$$

$$q_e = 404 - 231,7 = 172,3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Specifični rad

$$l = h_2 - h_{1p}$$

$$h_2 = 447,3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_{1p} = 404 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$l = 447 - 404 = 43,3 \text{ bar}$$

Rashladni koeficijent (COP):

$$\text{COP} = \frac{q_e}{l} = \frac{172,3}{43,3} = 3,98$$

Maseni protok:

$$\dot{m} = \frac{Q_e}{q_e} = \frac{2,93}{172,3} = 0,01701 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Teoretska snaga kompresora:

$$P_t = \dot{m} \cdot l = 0,01701 \cdot 43,3 = 0,737 \text{ kW}$$

Postupak računanja se po prethodnom obrascu se ponavlja za sve temperature i za sve komore u toku godine. Rezultati za komoru 1 prikazani su u tabeli 1 [1], [2], [5], [6].

Tabela 1

$t_i(^{\circ}\text{C})$	$\Sigma Q(\text{kW})$	$t_e(^{\circ}\text{C})$	$t_{\text{amb}}(^{\circ}\text{C})$	$t_a(^{\circ}\text{C})$	$t_p(^{\circ}\text{C})$	$h_{1\text{sat}}(\text{kJ/kg})$	$h_{2\text{sat}}(\text{kJ/kg})$	$h_2(\text{kJ/kg})$	$h_3(\text{kJ/kg})$	$l(\text{kJ/kg})$	$q_e(\text{kJ/kg})$	COP	$m(\text{kg/s})$	$P_i(\text{kW})$
3,7	1,92	13,7	9,7	-10	-6	404	211,5	416	424	20,0	192,5	9,63	0,0100	0,200
8,4	1,98	18,4	14,4	-10	-6	404	217,2	421	432	28,3	186,8	6,59	0,0106	0,300
1,4	1,90	11,4	7,4	-10	-6	404	208,8	413	419	15,0	195,2	13,01	0,0097	0,146
0,2	1,88	10,2	6,2	-10	-6	404	207,3	409	412	8,3	196,7	23,60	0,0096	0,080
0,7	1,89	10,7	6,7	-10	-6	404	207,6	412	417	13,3	196,4	14,73	0,0096	0,128
7,0	1,96	17,0	13,0	-10	-6	404	215,5	419	429	25,0	188,5	7,54	0,0104	0,260
2,0	1,90	12,0	8,0	-10	-6	404	209,5	414	421	16,7	194,5	11,67	0,0098	0,163
10,8	2,00	20,8	16,8	-10	-6	404	220,2	422	434	30,0	183,8	6,13	0,0109	0,327
8,2	1,98	18,2	14,2	-10	-6	404	217	420	431	26,7	187	7,01	0,0106	0,282
4,8	1,94	14,8	10,8	-10	-6	404	212,9	417	426	21,7	191,1	8,82	0,0101	0,219
4,9	1,94	14,9	10,9	-10	-6	404	213	418	427	23,3	191	8,19	0,0101	0,237
0,2	1,96	10,2	6,2	-10	-6	404	207,3	409	412	8,3	196,7	23,60	0,0100	0,083
11,5	2,39	21,5	17,5	-10	-6	404	221	423	436	31,7	183	5,78	0,0131	0,414
13,6	2,42	23,6	19,6	-10	-6	404	223,6	426	441	36,7	180,4	4,92	0,0134	0,491
13,3	2,41	23,3	19,3	-10	-6	404	223,3	425	439	35,0	180,7	5,16	0,0134	0,468
14,9	2,43	24,9	20,9	-10	-6	404	225,3	427	442	38,3	178,7	4,66	0,0136	0,522
5,9	2,33	15,9	11,9	-10	-6	404	214,2	419	429	25,0	189,8	7,59	0,0123	0,307
11,6	2,58	21,6	17,6	-10	-6	404	221,2	423	436	31,7	182,8	5,77	0,0141	0,448
10,5	2,57	20,5	16,5	-10	-6	404	219,8	422	434	30,0	184,2	6,14	0,0140	0,419
8,4	2,55	18,4	14,4	-10	-6	404	217,2	420	431	26,7	186,8	7,01	0,0136	0,364
11,1	2,58	21,1	17,1	-10	-6	404	220,6	422	434	30,0	183,4	6,11	0,0141	0,422
11,4	2,58	21,4	17,4	-10	-6	404	220,9	423	436	31,7	183,1	5,78	0,0141	0,447
17,3	2,65	27,3	23,3	-10	-6	404	228,3	429	446	41,7	175,7	4,22	0,0151	0,628
20,3	2,59	30,3	26,3	-10	-6	404	232	430	447	43,3	172	3,97	0,0151	0,652
16,7	2,55	26,7	22,7	-10	-6	404	227,5	428	444	40,0	176,5	4,41	0,0144	0,578
16,7	2,55	26,7	22,7	-10	-6	404	227,5	428	444	40,0	176,5	4,41	0,0144	0,578
17,2	2,55	27,2	23,2	-10	-6	404	228,1	429	446	41,7	175,9	4,22	0,0145	0,605
18,2	2,57	28,2	24,2	-10	-6	404	229,4	429	446	41,7	174,6	4,19	0,0147	0,612
22,3	2,61	32,3	28,3	-10	-6	404	234,7	431	449	45,0	169,3	3,76	0,0154	0,694
15,2	2,68	25,2	21,2	-10	-6	404	225,6	427	442	38,3	178,4	4,65	0,0150	0,576

Na ovaj način se postupak ponavlja za svih 6 komora. Rezultati tih proračuna prikazani su na grafiku 3, gde je pokazana zavisnost spoljnjih temperatura u toku godine i apsorbirane snage kompresora.



Grafik 3 Zavisnost spoljne temperature i apsorbirane snage kompresora

8. ZAKLJUČAK

Na osnovu proračuna i analize rada rashladnog postrojenja za čuvanje namirnica došlo se do zaključka da apsorbirana snaga kompresora raste direktno proporcionalno sa povećanjem spoljne temperature. Pri niskim spoljnim temperaturama (ispod 0°C), kod rashladnih komora kod kojih je temperaturni režim rada $0 \pm 5^{\circ}\text{C}$, kompresor nema potrebe da radi jer nema toplotnih dobitaka usled transmisije toplote kroz zidove

koji su dominantni, a toplotni dobitci usled disanja robe su zanemarljivo mali. Popunjenost komora takođe utiče na apsorbiranu snagu kompresora. Sa tim u skladu trebalo bi težiti da popunjenost komora bude maksimalna. Radi racionalizacije potrošnje električne energije, potrebno je pravilno rasporediti unos, i ako je to moguće isključiti pojedine komore, što je moguće jer svaka komora ima svoju odvojenu isparivačku jedinicu.

9. LITERATURA

- [1] Sava Vujić, "RASHLADNI UREĐAJI" Mašinski Fakultet Beograd, 1995.
- [2] Risto Ciconkov, "REFRIGERATION, SOLVED EXAMPLES", Faculty of Mechanical Engineering University "Sv. Kiril I Metodij", Makedonija
- [3] Bojan Đorđević, Vladimir Valent, Nenead Radojković " zbirka zadataka iz TERMODINAMIKE I TERMOTEHNIKE sa teorijskim osnovama" Tehnološko-Metalurški Fakultet. Beograd, 1982.
- [4] Fran Bošnjaković, „NAUKA O TOPLINI“, Tehnička knjiga, Zagreb, 1976.
- [5] Erih Šild, H. F. Kaselman, Ginter Damen, Rajner Polenc, " GRAĐEVINSKA FIZIKA, PROJEKTOVANJE I PRIMENA", IRO Građevinska Knjiga. Beograd, 1985.
- [6] www.nist.gov
- [7] www.fridgetech.com/software/
- [8] www.danfoss.com
- [9] www.bock.de

Kratka biografija:



Marko Erceg rođen u Pančevu 1983. godine. Srednju školu, gimnaziju "Svetožar Marković" završio u Novom Sadu. Diplomski-master rad na FTN u Novom Sadu odbranio iz oblasti Mašinstvo – rashlada tehnika 2010. godine.

JEDNA PRIMENA ASP.NET TEHNOLOGIJE ZA IZRADU WEB APLIKACIJE

WEB APPLICATION DEVELOPMENT IN ASP.NET

Nikola Borčić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Tema ovog rada jeste primena ASP.NET tehnologije u izradi Web aplikacije. Posle kratkog uvoda o korišćenim tehnologijama, dat je opis realizovane aplikacije i način na koji se neki od problema mogu rešiti korišćenjem prednosti ASP.NET razvojnog sistema.

Abstract – The subject of this paper is the use of ASP.NET framework in web application development. Description of the application developed in this project is given, following a brief overview of technologies used in developing proces.

Ključne reči: .NET, ASP.NET, Visual Studio IDE, Web aplikacija, baza podataka

1. UVOD

U ovom radu razvijena je Web aplikacija koja će se koristiti za evidenciju podataka od značaja za špeditorsku kompaniju. Aplikacija je realizovana u programskom paketu **Microsoft Visual Studio.NET**. Ovaj programski paket zasnovan je na ASP.NET framework-u, platformi za razvijanje dinamičkih Web aplikacija, Web sajtova i Web servisa, nastaloj uporedo sa razvojem .NET tehnologije.

U duhu ove tehnologije, ASP.NET omogućava pisanje Web aplikacija u više različitih programskih jezika. **Visual Studio IDE** omogućava snažnu platformu za vizuelni dizajn aplikacije, uključujući mnoštvo *drag&drop* kontrola (*label*, *textbox*, *button*...) pomoću kojih se može realizovati bogat korisnički interfejs.

Dodatno, ASP.NET omogućava podršku za rad sa bazama podataka (*Microsoft SQL*, *Microsoft Access*, *Oracle* i sl.). Kombinujući *HTML*, *Java Script* i neki od .NET programskih jezika (*C#*, *Visual Basic*, *C++*...), programeri su u mogućnosti da razvijaju aplikacije atraktivnog dizajna i zavidne funkcionalnosti.

2. FUNKCIONALNOST APLIKACIJE

Delatnosti špeditorskih kompanija, osim otpremanja, transporta i dopremanja robe u užem smislu, obuhvataju i mnoštvo drugih aktivnosti. To su npr. stručni saveti i učestvovanje u pregovorima o međunarodnoj kupoprodaji, sklapanje ugovora o prevozu robe, odabir saobraćajne grane (pomorski, drumski, železnički ili vazdušni transport), zatim sklapanje ugovora o ukrcaju i iskrcaju robe, ugovora o transportnom osiguranju, skladištenju robe i sl. To podrazumeva potrebu za pouzdanim sistemom za čuvanje i evidenciju podataka,

NAPOMENA:

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

koji je dostupan geografski i vremenski dislociranim korisnicima. Podaci od značaja za kompaniju su: region, detalji o regionima, destinacije, detalji o destinacijama, početno odredište, datum otpremanja i dopremanja robe, kompanija koja vrši prevoz, cena, porezi i marže. Na osnovu ovih informacije projektovana je baza podataka i realizovane funkcije za ažuriranje tih podataka. Aplikacija sadrži stranicu za autentifikaciju korisnika, zatim glavnu stranicu na kojoj se nalazi meni sa opcijama za dodavanje, ažuriranje i brisanje podataka iz baze, kao i za pretragu baze podataka. Sve opcije razvijene su na odvojenim Web stranicama. Pored osnovnih, standardnih operacija za rad sa bazama podataka, aplikacija obezbeđuje kreiranje raznovrsnih izveštaja, kao što su pregled transakcija završenih u određenom vremenskom intervalu, ograničenih određenom cenom i slično.

3. RAZVOJ WEB APLIKACIJE

Aplikacija realizovana u ovom radu sadrži osnovnu stranicu (*Main Web Page*) na kojoj se nalazi logo kompanije, osnovni podaci o njenom poslovanju i glavni meni aplikacije.

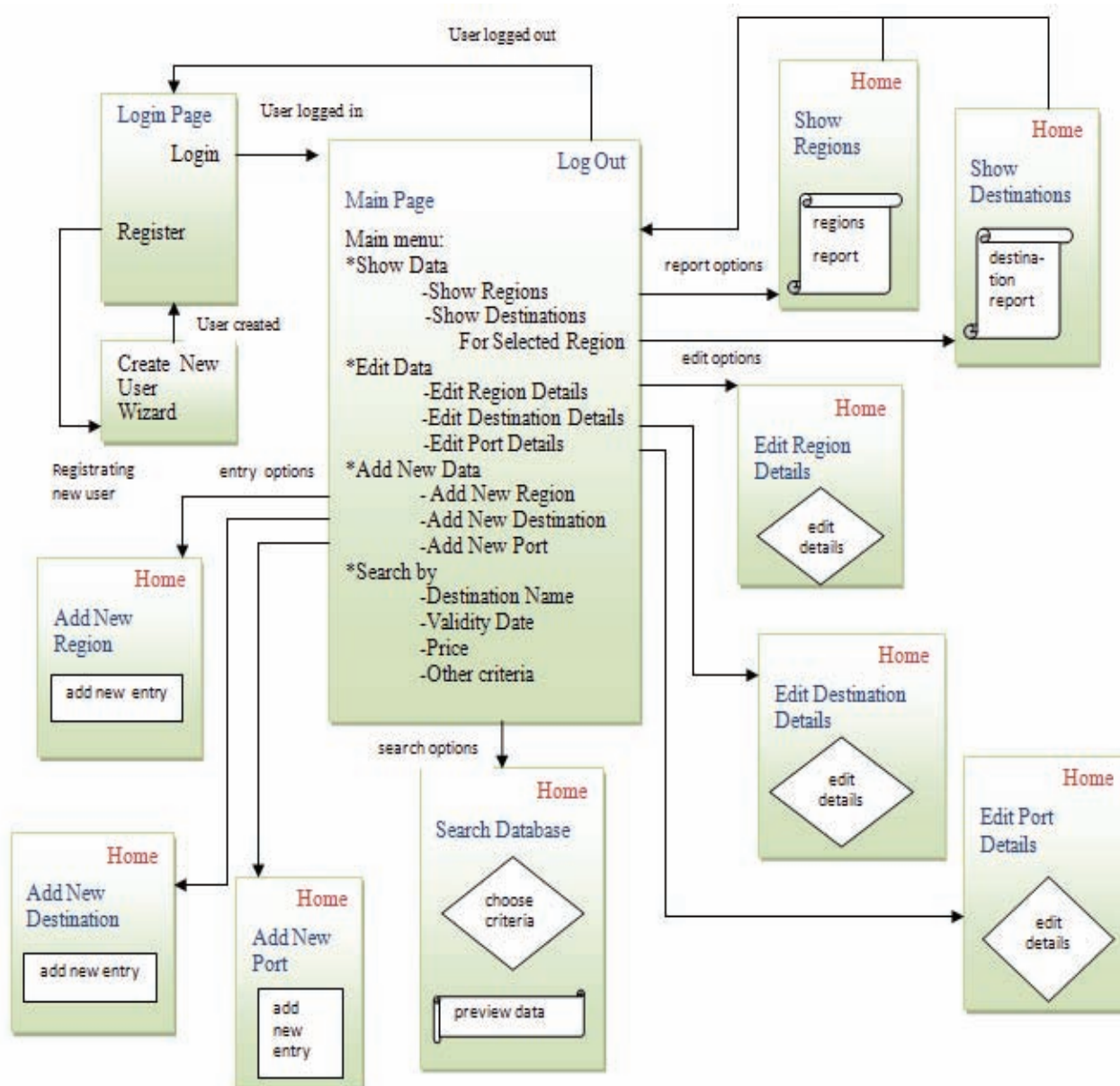
U tom meniju obezbeđene su opcije za ažuriranje baze podataka u koju su smeštene informacije od značaja za klijentsku kompaniju. Opcije ovog menija realizovane su na zasebnim Web stranicama, i to: upis novih podataka u bazu, ažuriranje i brisanje postojećih podataka i pretraga baze podataka. Obezbeđena je stranica za autentifikaciju korisnika koja sadrži i kontrolu za kreiranje novog korisničkog profila. Na slici 1 prikazan je UI dijagram aplikacije.

3.1. Projektovanje baze podataka

Za razvoj baza podataka u *Visual Studio* razvojnem sistemu koristi se *Data Designer* (*Microsoft SQL ServerExpress 2005* integrisan je u *Visual Studio 2008*). U njemu su praktično omogućene sve opcije koje nudi *Microsoft SQL Server*: pravljenje tabela, veza između njih (*relations*), programiranje snimljenih procedura (*stored procedures*), crtanje dijagrama i slično. U *Data Designeru* moguće je ručno popunjavati kreirane tabele, brisati ih i ažurirati, kao i kreirati raznovrsne upite (*queries*).

Data Designer prikazan je na slici 2.

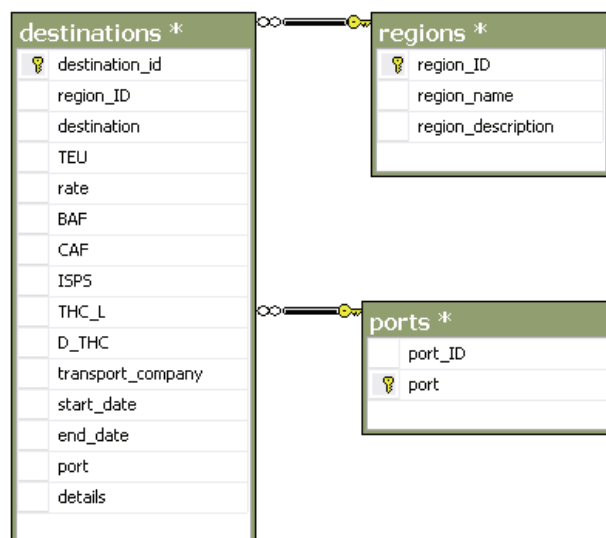
Na slici 3 predstavljen je ER (*entity-relationship*) šema baze podataka. Osnovni entitet u ovoj bazi podataka-tabela regiona, sadrži, kao primarni ključ, numeričku promenljivu *region_ID* koja služi za identifikaciju regiona. Pored ovog atributa, entitet *region* karakteriše i alfanumerik *region_name*, koji predstavlja naziv regiona, kao i tekstualni atribut *region_description*, koji daje kratak opis regiona, ukoliko je potreban.



Slika 1. UI dijagram aplikacije

destination	TEU	rate
belgrade	NULL	150.0000
zimbabwe	NULL	20.0000
turkie	35	2500.0000
turkie	NULL	2500.0000
bazel	20	200.0000
gana	NULL	100.0000
melbourne	10	100.0000
india	20	NULL
perth	20	NULL

Slika 2. Data Designer



Slika 3. ER šema baze podataka

Entitet *destinations* opisuju primarni identifikacioni ključ *destination_ID*, kao i strani ključ *region_ID*, koji označava kom regionu pripada data destinacija (*region_ID* je foreign key).

Ostali atributi podrazumevaju numeričke promenljive TEU, rate, BAF, CAF, ISPS, THC_L i D_THC, koji predstavljaju cene, poreze i marže specifikovane od strane klijentske kompanije, zatim datum otpremanja i dopremanja robe (*start_date* i *end_date*), naziv transportne kompanije (*transport_company*), kao i naziv luke u kojoj se roba ukrcava (*port*). Konačno, entitet *ports* označava početnu odrednicu otpremanja robe i kao attribute poseduje identifikacioni atribut *port_ID* i naziv luke (*port*). Atribut *port* ujedno je i strani ključ entiteta *destinations*.

3.2. Autentifikacija korisnika i glavna stranica (Main Page)

Za realizovanje stranica za autentifikaciju korisnika, ASP.NET nudi gotovu *login* funkcionalnost koja ne zahteva dodatno programiranje. Set kontrola koje se mogu koristiti za kreiranje novih korisničkih profila, kao i za autentifikaciju postojećih, uključuje kontrole *Login* i *CreateUserWizard*, zatim kontrole za promenu šifre (*ChangePassword*), podsećanje na zaboravljenu šifru (*PasswordRecovery*), kao i kolekcija kontrola za praćenje stanja ulogovanih korisnika (*LoginView*, *LoginStatus*, *LoginName*).

Kontrola za kreiranje novog korisničkog profila, *CreateUserWizard*, prikazana je na slici 4.

Slika 4. Kontrola za kreiranje novog korisnika

Glavna stranica aplikacije sadrži meni sa sa opcijama za prikaz, ažuriranje i brisanje podataka iz baze, pretraga baze podataka po različitim kriterijumima, kao i opcija *LogOut* (slika 5).

Glavni navigacioni meni realizovan je pomoću ASP.NET kontrole *TreeView*, čije čvorove predstavljaju linkovi ka zasebnim *Web* formama na kojima su rešene ostale opcije koje aplikacija nudi.

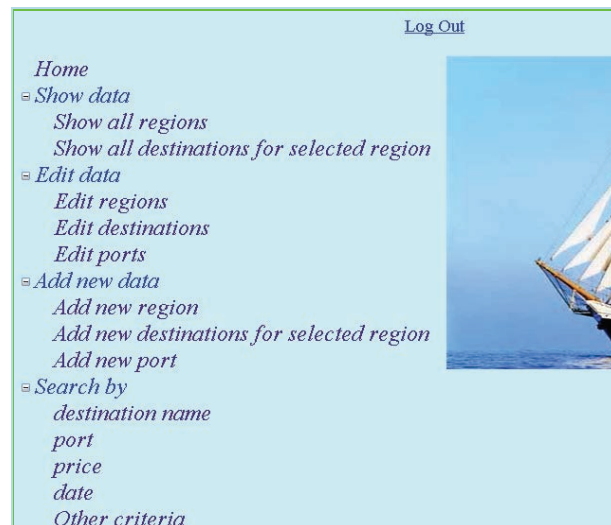
3.3. Prikaz i ažuriranje podataka iz baze podataka

ASP.NET kontrole, kao što su *GridView*, *ListView* ili *DetailsView*, specijalizovane su za prikaz i ažuriranje podataka iz baze podataka.

Za njihov dizajn moguće je iskoristiti neke od ponuđenih opcija (*AutoFormat*) ili ih uređivati posredstvom atributa kao što su *Width*, *Height*, *Color* i sl. Polja unutar ovih

kontrola moguće je ispuniti podacima iz baze podataka, kao i kontrolama korisničkog interfejsa.

Na slici 6 prikazana je kontrola *GridView*.



Slika 5. Main Page

region_ID	destination	TEU	rate
2	bazel	20	200.0000
2	bern	25	1200.0000
2	graz	100	12000.0000

Slika 6. Kontrola *GridView*

Kontrole kao što su *GridView* ili *DetailsView* lako se povezuju sa bazom podataka. Dodavanjem opcija *Edit* i *Delete*, kao i korišćenjem opcije *Insert*, dobija se puna funkcionalnost ovih kontrola u pogledu ažuriranja baze podataka.

3.4. Pretraga baze podataka prema različitim kriterijumima

U klasičnom SQL-u za pretraživanje baze podataka pišu se upiti (*queries*) ili sačuvane procedure (*stored procedures*). Kod naprednih verzija ASP.NET-a, programiranje je svedeno na vizuelno povezivanje *data source* objekata (baza podataka) i kontrola poput *TextBox* ili *DropDownList*. Pomoću ovih *wizard*-a kreira se SQL upit koji obavlja pretragu baze podataka prema željenom kriterijumu.

Na slici 6 prikazan je *Wizard* za povezivanje ASP.Net kontrola sa bazom podataka, na primeru kontrole *DropDownList*.

Pretraga baze podataka realizuje se formiranjem *SELECT/FROM/WHERE* Sql naredbi. Njih je moguće realizovati pomoću *Microsoft Sql Express*-a, koji je integrisan u *Visual Studio*, ili korišćenjem *Wizard*-a, pomoću kojih se ove naredbe kreiraju vizuelno.



Slika 6. Povezivanje kontrola sa bazom podataka

3.5. Programiranje funkcionalnosti Web aplikacije

Funkcionalnost aplikacije programirana je u programskom jeziku C#. Pošto ASP.NET koristi *event-driven* model programiranja, C# programski kod se piše tako da reaguje na događaje kao što su korisnikov klik na kontrolu, osvežavanje stranice i slično. ASP.NET kontrole automatski generišu HTML kod pomoću kog se one renderuju na korisničkim Web pretraživačima, dok se kod odgovoran za njihovu funkcionalnost piše u zasebnim formama. Ovakav model programiranja dinamičkih Web aplikacija nazvan je *code-behind* model.

4. ZAKLJUČAK

Ovaj rad prezentuje mogućnosti ASP.NET tehnologije u razvoju internet aplikacije. Aplikacija razvijena u ovom radu obezbeđuje špeditorskoj kompaniji evidenciju podataka od značaja, povezujući geografski razdvojene korisnike. Autorizovanim korisnicima omogućeno je da ažuriraju bazu podataka u kojoj su smeštene informacije o otpremanju i dopremanju robe na širokom geografskom području. Za razvoj ove aplikacije korišćen je ASP.NET *framework*. Najznačajnija prednost ovog razvojnog okruženja jeste mala potreba za programiranjem na najnižem nivou. Visual Studio.NET, uz veliki broj wizard-a i pregenerisanog koda, veliki posao obavlja „iza scene“.

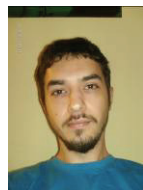
Programerima preostaje da se koncentrišu na vizuelni izgled aplikacije, kao i na njenu poslovnu logiku, uz pretpostavku da sva predefinisana programska rešenja zadovoljavaju potrebe korisnika. Ukoliko to nije slučaj, korisniku ostaje da spusti nivo programiranja i sam napravi konkretno rešenje.

U ovom radu akcenat je stavljen na programiranje ASP.NET Web aplikacija, tako da nisu obrađene ostale primene *Visual Studio.NET* okruženja, kao što su razvijanje *Windows* aplikacija ili Web prezentacija. Suštinski, programiranje *Windows* formi principijelno se ne razlikuje mnogo od razvijanja Web aplikacija. *Windows* forme oslobođene su nekih zahteva koje nosi internet programiranje, tako da ih je u tom smislu donekle lakše razvijati.

5. LITERATURA

- [1] Turttschi, J. Werry and G. Hack, C#.NET Developer's Guide, 2002, Syngress Publishing, Inc.
- [2] Matthew MacDonald, ASP.NET 3.5 sa C# 2008: Od početnika do profesionalca, 2009, Kompjuter biblioteka, (prevod izdanja *Beginning ASP.NET 3.5 in C# 2008: From Novice to Professional*, 2007, Apress)

Kratka biografija:



Nikola Borčić rođen je u Vukovaru 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroročunarska elektronika odbranio je 2010.god.

MODELOVANJE I SIMULACIJA PASIVNE OPTIČKE MREŽE

MODELING AND SIMULATION OF PASSIVE OPTICAL NETWORKS

Miroslav Jugović, Nikola Stojanović, Miloš Slankamenac, Miloš Živanov,
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Sadržaj - Danas postoji povećana potreba za uslugama interneta sa visokim protocima, pouzdanim prenosom govora i visoko kvalitetnom slikom. Optika do kuće, popularno zvana FTTH, je svakako jedna od tehnologija koja može ispuniti pomenute zahteve. Pasivne optičke mreže, kao najpopularnija FTTH tehnologija, imaju dovoljan propusni opseg za snabdevanje triple-play servisa, odnosno istovremeni prenos glasa, videa i podataka. Dizajn i analiza ovih mreža su vrlo složeni i vremenski zahtevni procesi. Oni se temeljno i efikasno mogu sprovesti korišćenjem naprednih programskih alata.

Abstract - Today there is an increased need for internet service with high bandwidth, reliable voice and high-quality images transfer. Fiber to the Home, popularly known as FTTH, is certainly one of the technologies that can meet the aforementioned requirements. Passive optical networks, as the most popular FTTH technology, can provide enough bandwidth to supply triple-play service - simultaneous voice, video and data transfer. Design and analysis of these networks are very complex and time-consuming process. They can be carried out thoroughly and effectively by using advanced software tools.

Ključne reči: Pasivna optička mreža, optika do kuće, modelovanje, simulacija, bit error rate, polarizaciona disperzija.

1. UVOD

Razmeštaj rezidencijalnog širokopojasnog interneta raste širom sveta. Najrasprostranjenija rešenja širokopojasnog pristupa su digitalna preplatnička linija (DSL) i javna antenska televizija (CATV, odnosno kablovski internet preko modema). Wireless (bežični) za rezidencijalni širokopojasni internet ima takođe mali prikaz. Optika do kuće (FTTH) je relativno nov i brzorazvojni metod pružanja izuzetno visokog propusnog opsega do korisnika i preduzeća [1].

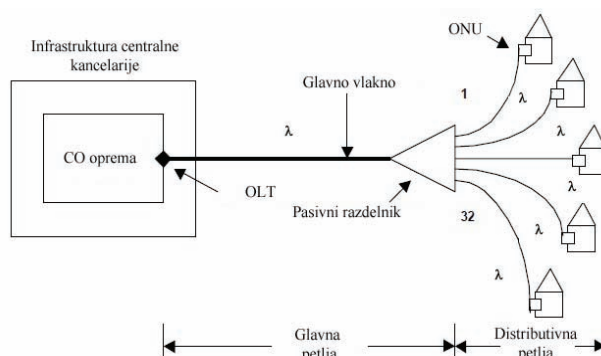
FTTH je isporuka komunikacionih signala preko optičkog vlakna iz centralne kancelarije (CO) direktno do individualnih zdanja kao što su stanovi, apartmanske zgrade i preduzeća, radi obezbeđivanja jedinstvenog pristupa internetu velike brzine.

Pasivne optičke mreže (PON), kao najpopularnija FTTH tehnologija, imaju dovoljan propusni opseg za snabde-

vanje triple-play servisa, odnosno istovremeni prenos glasa, videa i podataka.

2. ARHITEKTURA PASIVNE OPTIČKE MREŽE

U PON mreži, spoljašnje postrojenje nema aktivnu elektroniku pa zbog toga nije potrebno napajanje. Izgled PON arhitekture prikazan je na slici 1. Pasivni razdelnik replikuje *downstream* (od CO do korisnika) optički signal iz glavnog vlakna na individualna vlakna za prenos, preko maksimalne razdaljine od 20 km, dok sprezač udružuje *upstream* (od korisnika do CO) optičke signale iz individualnih domova na glavno vlakno do jedinice za završetak optičke linije (OLT) [2]. Stoga, u *upstream* smeru se koristi tehnika višestrukog pristupa sa vremenskom raspodelom (TDMA) da bi se izbeglo mešanje signala sa različitih optičkih mrežnih jedinica (ONU).



Slika 1. Pasivna optička mreža – PON

Postoje tri standardizovane verzije PON mreže: Širokopo- jasni PON (BPON), Ethernet PON (EPON) i Gigabit PON (GPON). One koriste dve talasne dužine, 1310 nm za *upstream* prenos i 1490 nm za *downstream* prenos. Mnogi provajderi koriste 1550 nm talasnu dužinu da bi isporučili analogni video.

Prednost FTTH PON-a je činjenica da koriste čiste pasiv- ne optičke komponente koje mogu da podnesu žestoke i zahtevne uslove okruženja izvan postrojenja bez potrebe potrošnje energije između CO i korisnika. Jedna od koristi za telekomunikacione operatore je to što mali zahtevi za održavanje ovih pasivnih optičkih komponenti značajno smanjuju troškove poboljšanja i operativnih rashoda.

3. ZAVISNOSTI REZULTATA SIMULACIJE OD PARAMETARA ELEMENATA PON MREŽE

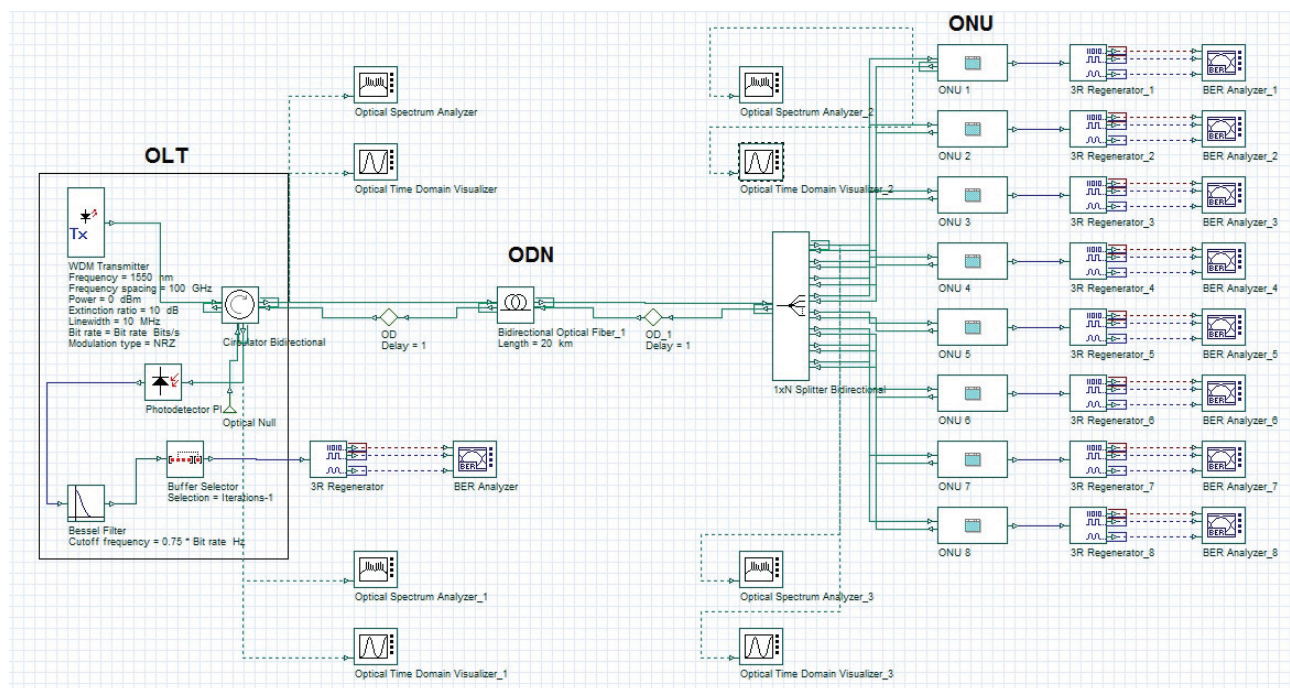
U glavi 3 objasnićemo rezultate simulacije modela baziranoga na PON mreži opisanoj u glavi 2. U pitanju je GPON mreža topologije stablo sa dvosmernim prenosom

NAPOMENA:

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

podataka (*downstream* i *upstream*). Obradićemo zavisnosti kvaliteta prenetog signala od nekih od parametara elemenata modela sistema. U fokusu će biti zavisnosti od dužine optičkog vlakna u prenosnom delu mreže (ODN) i zavisnosti od bitskog protoka, odnosno brzine prenosa podataka koja se koristi u modelu PON mreže. Koristićemo modelovanu GPON mrežu (sl. 2) čije su karakteristike [3]:

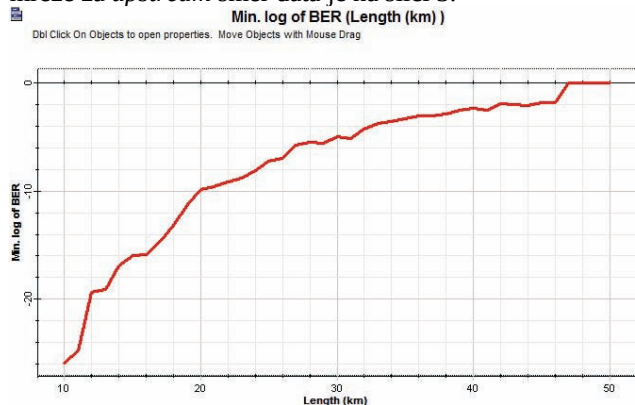
- simetrični bitski protok (u oba smera) je 2488 Mbps,
- *downstream* talasna dužina je 1550 nm,
- *upstream* talasna dužina je 1310 nm,
- koristi se monomodno dvosmerno optičko vlakno dužine 20 km (referentne talasne dužine 1550 nm),
- odnos deljenja RN-a je 1:8.



Slika 2. Modelovana GPON pasivna optička mreža

3.1. Kvalitet prenosa signala u zavisnosti od dužine optičkog vlakna u ODN-u

U ovom delu rada prikazaćemo zavisnost kvaliteta prenosa signala od dužine optičkog vlakna u ODN-u. Koristi se model GPON mreže uz dodatak da je u 41 iteracija prikazana zavisnost (menjanjem dužine dvosmernog optičkog vlakna od 10 do 50 km). Ostali parametri GPON mreže u ovom odeljku će ostati nepromenjeni. Izvršićemo ispitivanje samo za *upstream* smer jer su rezultati BER analyser-a za oba smera (*downstream* i *upstream*) približno isti. Za referentnu meru kvaliteta prenosa koristiće se minimalna BER vrednost. Zavisnost ove vrednosti od dužine optičkog vlakna u ODN delu PON mreže za *upstream* smer data je na slici 3.



Slika 3. BER u zavisnosti od dužine optičkog vlakna

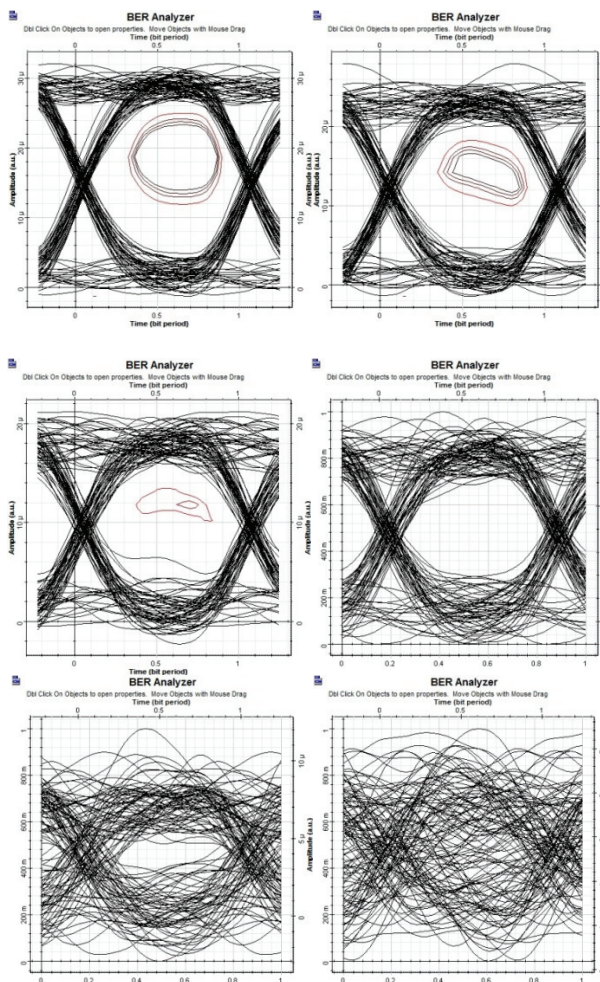
Na slici 4 dati su „dijagrami oka“ za neke od dužina optičkog vlakna kako bi se dobio „osećaj“ o kvalitetu prenosa. Zatvorene krive linije predstavljaju sektore BER vrednosti od 10^{-12} do 10^{-8} [4].

Jedan od propisa standarda ITU G.984 za GPON mrežu je maksimalna dozvoljena vrednost BER-a od 10^{-10} . U ovoj simulaciji GPON mreže, za vrednost BER-a od 10^{-10} odgovara dužina optičkog vlakna koja iznosi 20 km (slika 4). Upravo ta dužina optičkog vlakna je i propisana pomenutim standardom kao maksimalna daljina do koje GPON mreža može da dosegne [3].

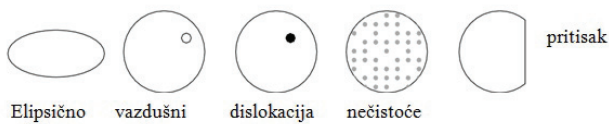
3.2. Polarizaciona disperzija (PMD)

Jedan od efekata koji veoma utiče na domet optičkog prenosa pri velikim bitskim protocima je polarizaciona disperzija ili PMD (Polarization Mode Disperzion - polarizaciona disperzija). Ovaj problem uočen je nedavno, jer ranije nije ometao prenos na nižim bitskim protocima. Sa porastom bitskog protoka uticaj PMD-a eksponencijalno raste.

Svetlost je elektromagnetni talas. Kao takav, sam impuls se sastoji od dve komponente u polarizovanim ravnima. Dok se svetlost prostire kroz sredinu, u ovom slučaju optičko vlakno, ona je u konstantnoj interakciji sa njom. Ovo dovodi do stanja da dve komponente impulsa više nisu jednake po intezitetu i smeru što vodi do PMD-a. Na slici 5 prikazane su nepravilnosti vlakna usled kojih dolazi do disperzije.

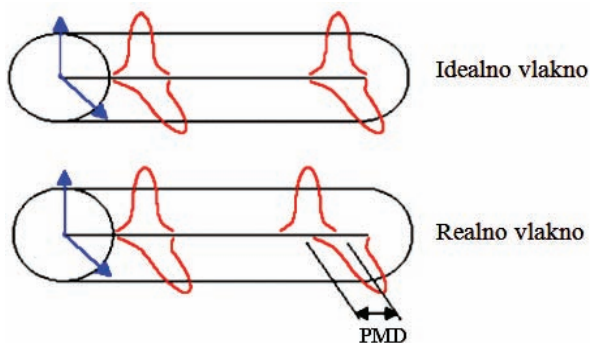


Slika 4. „Dijagram oka“ za dužine optičkog vlakna od 10, 15, 20, 25, 40 i 50 km respektivno



Slika 5. Nepravilnosti optičkog vlakna usled kojih dolazi do disperzije

Na slici 6 prikazan je uticaj PMD-a. Kao što se vidi, dolazi do kašnjenja jedne komponente impulsa u odnosu na drugu. Dakle što je prenos duži impuls postaje slabijeg inteziteta i širi i na prijemu dolazi do preklapanja. Ako se uzme u obzir da je pri većim bitskim protocima razmak među impulsima proporcionalno manji, jasno da za veće brzine prenosa uticaj PMD-a postaje bitan ograničavajući faktor pri projektovanju sistema.



Slika 6. Uticaj PMD-a

3.3. Kvalitet prenosa signala u zavisnosti od bitskog protoka

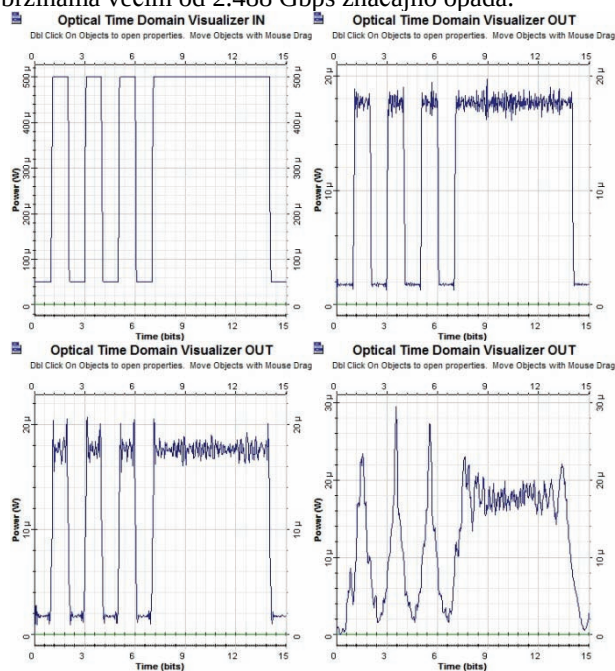
U ovom delu rada biće obrađena zavisnost kvaliteta prenosa od bitskog protoka. Koristićemo modelovanu PON (GPON) mrežu (sl. 2) čija je dužina optičkog vlakna u ODN delu mreže 20 km, za koju smo u odeljku 3.1 ustanovili da je to maksimalna razdaljina propisana standardom ITU G.984 [3].

Uticaj PMD-a biće prikazan pomoću „dijagrama oka“ i minimalne BER vrednosti koja će dati okvirnu sliku o kvalitetu prenosa kao i izgledom samih optičkih signala pre i posle prenosa. Signali se posmatraju na komponenti za pregled optičkih signala u vremenskom domenu (*Optical Time Domain Visualizer*). Posmatraćemo signale samo za *downstream* smer što znači da posmatramo signale pri ulasku u ODN i izlasku iz ODN-a. Urađene su simulacije za 0.622, 1.244, 2.488, 3, 5, 7, 8, 10, 15 Gbps. U tabeli 1 date su minimalne vrednosti BER-a za obrađene bitske protoke. Sa njih se vidi da maksimalni bitski protok, za vrednost BER-a 10^{-10} koja je propisana standardom ITU G.984, iznosi 2.488 Gbps. Ovaj bitski protok je maksimalan bitski protok propisan istim standardom.

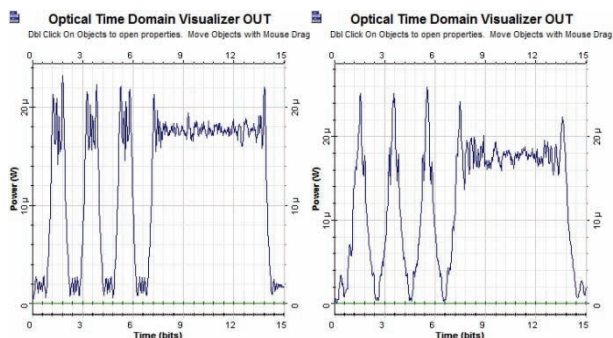
Tabela 1. Vrednosti BER-a za određene bitske protoke

Bitrate (Mbps)	Min BER	Bitrate (Mbps)	Min BER
0.622	$1.74337 \cdot 10^{-38}$	1.244	$2.94449 \cdot 10^{-20}$
2.488	$1.32244 \cdot 10^{-10}$	3	$1.63856 \cdot 10^{-9}$
5	$2.05303 \cdot 10^{-6}$	7	$4.58777 \cdot 10^{-5}$
8	0.000122553	10	0.000492728
15	1		

Na slici 7 dat je deo ulaznog signala koji je u svim slučajevima isti i izlazni signali za neke od obrađenih bitskih protoka. Sa ove slike se takođe vidi ono što je i zaključeno uz pomoć vrednosti iz tabele 1 - kvalitet signala u simulacijama modela GPON mreže sa bitskim brzinama većim od 2.488 Gbps značajno opada.

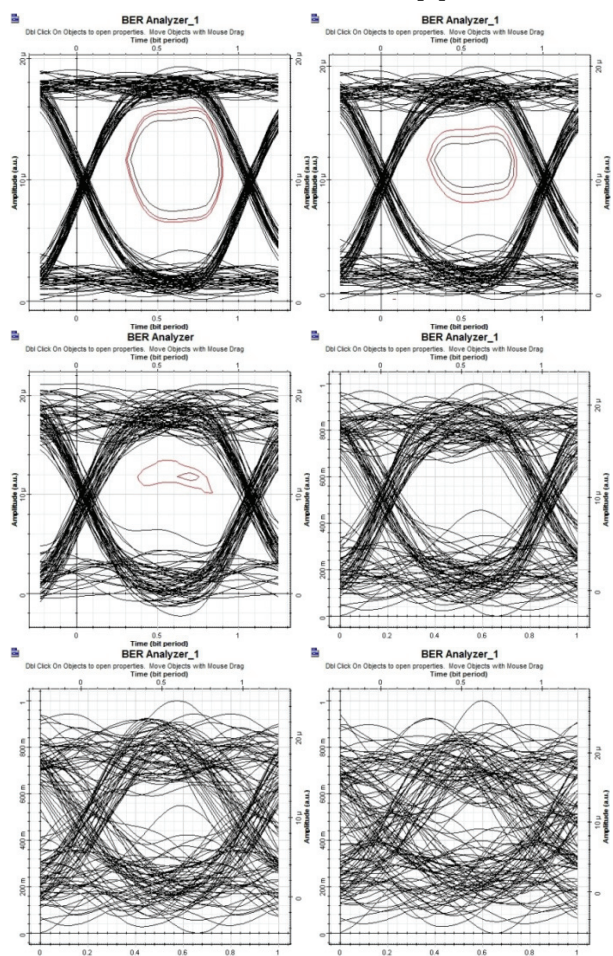


Slika 7. Ulazni signal i izlazni signali za 1.244, 2.488, 5, 10, 15 Gbps respektivno



Slika 7. Nastavak

Za kraj, na slici 8 dati su „dijagrami oka” za neke od vrednosti bitskih prenosa kako bi se dobio osećaj o kvalitetu prenosa signala. Zatvorene krive predstavljaju sektore BER vrednosti od 10^{-8} do 10^{-12} [4].



Slika 8. „Dijagrami oka” za bitske vrednosti od 0.622, 1.244, 2.488, 5, 10, 15 Gbps respektivno

4. ZAKLJUČAK

Prvo smo ispitali dužinu optičkog vlakna za koju se dobija maksimalna dozvoljena vrednost BER-a od 10^{-10} , propisana standardom ITU G.984. Dobili smo dužinu od 20 km koja je ujedno i maksimalna daljina do koje GPON mreža može da dosegne i koja je takođe propisana pomenutim standardom. Dalje, koristeći ovu dužinu optičkog vlakna ispitali smo uticaj PMD-a, odnosno pad kvaliteta signala u odnosu na povećanje bitskog protoka. Zaključili smo da maksimalni bitski protok za vrednost BER-a od 10^{-10} iznosi 2488 Mbps. Ovo je maksimalni propisani bitski protok za GPON mrežu. Kvalitet signala u simulacijama modela GPON mreže sa bitskim brzinama većim od 2488 Mbps značajno opada.

Rad bi se mogao proširiti merenjem karakteristika u realnom okruženju na postojećoj GPON mreži a zatim upoređivanjem rezultata programskog alata sa realnim rezultatima. Time bi bila pokazana validnost dobijenih rezultata modelovanja i simulacije i eventualno proračunata odstupanja.

5. LITERATURA

[1] Andjelka Kelic, *Fiber to the Home Technologies and Standards*, Massachusetts Institute of Technology, USA, 2005.

[2] A. Banerjee, Marvin Sirbu, *“Towards Technologically and Competitively Neutral FTTH Infrastructure”*, Carnegie Mellon University, USA, 2003.

[3] ITU-T:

- *“Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General characteristics”*, ITU-T Recommendation G.984.1, 2003;

- *“Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent layer specification”*, ITU-T Recommendation G.984.2, 2008.

[4] OptiWave, OptiSystem,

http://www.optiwave.com/pdf/brochure/OptiSystem_2009.pdf

Kratka biografija:



Miroslav Jugović rođen je u Novom Sadu 1982. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroročunarska elektronika odbranio je 2010. godine.

MOGUĆNOST PRIMENE 1552nm LASERA ZA ABLACIJU ZUBNE GLEĐI

POSSIBILITIES OF USING A 1552nm LASER FOR DENTAL ENAMEL ABLATION

Predrag Grozdanović, Miloš Slankamenac, Nikola Stojanović, Miodrag Jelić, Miloš Živanov,
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršeno je ispitivanje da li je i pod kojim uslovima moguća primena 1552nm lasera za ablaciju zubne gleđi. Detaljno je opisan tok eksperimenata kojima su ispitane mogućnost za primenu ovog lasera u stomatološke svrhe. Eksperimentalno je utvrđeno da je ablacija zubne gleđi moguća i to bez značajnih temperaturnih promena na površini gleđi koje bi se mogle odraziti na stanje zubne pulpe. Rezultati istraživanja predstavljeni su kao snimci načinjeni skenirajućim elektronskim mikroskopom. Utvrđeno je i da nivo ablacije, odnosno dubina stvorene jame, u direktnoj vezi sa intenzitetom i vremenom izlaganja uzoraka laserskom zračenju.

Abstract – In this research the circumstances for the use of 1552nm laser for ablation of dental enamel was examined. Experiments which were performed in order to determine if the laser is suitable for usage in dental praxis are well documented. Furthermore, it is confirmed that usage of 1552nm laser in stomatology is possible without harmful thermal effects on the dental pulp. Results of this research are presented as images taken with the scanning electron microscope. In addition to this, it is also noticed that the level of ablation - the depth of the cavity, is directly related to intensity of laser irradiation and exposure time.

Cljučne reči: Laser, optoelektronika, stomatologija, zubna gleđ

1. UVOD

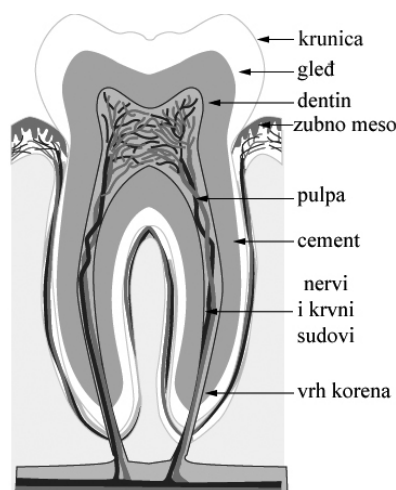
Lasери se već dugi niz godina koriste u najrazličitijim poljima ljudske delatnosti. Prva istraživanja u vezi sa upotrebom lasera u stomatologiji počela su pre 40-tak godina ali uprkos dobrim rezultatima - intervencije su postale bezbolne i preciznije, stomatološke turbine su i dalje najzastupljeniji uređaji kojima se vrši preparacija kaviteta. Glavni razlog za ovakvo stanje predstavlja toplota koja se stvara laserskim zračenjem a mogućnost za rešavanje ovog problema predstavlja ispitivanje kako se različiti tipovi lasera mogu iskoristiti u stomatološkoj praksi. U ovom radu je ispitana mogućnost korišćenja 1552nm lasera za efektivnu ablaciju zubne gleđi. Pomenuti laser bio je dostupan u Laboratoriji za optoelektroniku a korišćen je u kontinualnom režimu.

2. TEORIJSKA ANALIZA

Pre objašnjenja mehanizma laserske ablacije potrebno je dati kraći uvod o strukturi zuba.

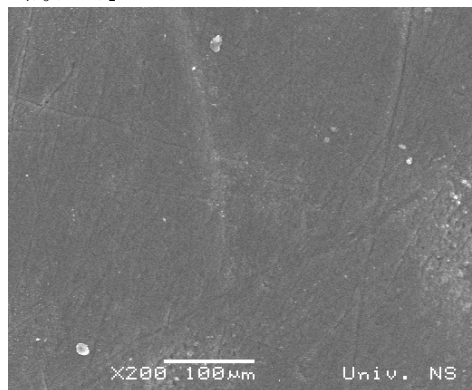
2.1. Građa zuba

Zub se sastoji od korena i krunice. Četiri osnovna gradivna tkiva zuba su: gleđ, dentin, cement i zubna pulpa. Gleđ je kalcifikovani deo zuba koga odlikuju acelularnost, avaskularnost i neosetljivost.



Slika 1 – Prikaz građe zuba

Gleđ je najtvrdja supstanca u ljudskom organizmu i sastavljena je od neorganskih materija - minerala (96%), organskih materija (1%) i vode (3%). 88-90% neorganskih materija čine veliki kristali hidroksiapatita $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$.



Slika 2 – Zdrava gleđ pod elektronskim mikroskopom. Debljina gleđi varira od područja zuba i može iznositi od 2 – 2.5mm na kvržicama (kuspisima) kutnjaka i pretkutnjaka. Istanjuje se do debljine oštrice noža na

NAPOMENA:

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

vratnom delu zuba a na bočnim stranama, debljina ide do 1.3mm.

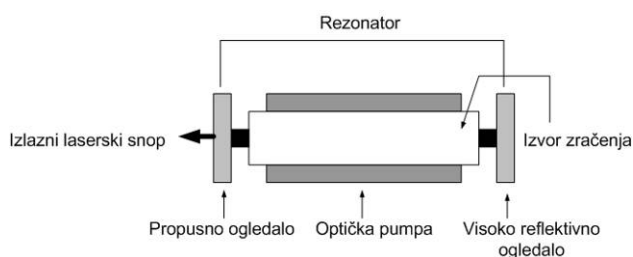
Zubna pulpa je meko zubno tkivo koje se nalazi unutar puplnog kaviteta. Ona je nutritivni i senzitivni deo zuba. Preko krvnih sudova koji se u njoj nalaze vrši se ishrana zuba a preko nerava se u mozak šalju informacije o nadražajima na zubu. Okolna tkiva (dentin, cement i gleđ) štite pulpu od spoljašnjih uticaja. Stoga je u cilju da se pri bilo kojoj intervenciji na zubu, vodi računa o parametrima koji mogu uticati na nju. U slučaju ovog rada, parametar od važnosti je temperatura. Po nekim autorima, pacijent će osetiti promenu temperature u pulpi ukoliko ona poraste za 4°C u odnosu na normalnu, a ukoliko porast temperature nadmaši 10°C postoji 15% verovatnoće da će doći do trajnog oštećenja nerava i krvnih sudova [1]. Po drugim autorima, porast temperature od 14,7°C iznad normalne nije uzrokovao nikakve promene, odnosno nekroze unutar pulpe [2]. U oba slučaja, problem porasta temperature pulpe tokom laserske ablacije predstavlja glavni problem na koji treba obratiti pažnju. Porast temperature ne sme izazvati bilo kakva oštećenja pulpe.

2.2. Uzorci za ispitivanja

Zbog specifičnosti rada, ispitivanje je moralo biti izvršeno na pravom biološkom materijalu. Odabrano je da se eksperimenti izvrše „in vitro“ što zapravo znači da će se koristiti biološki materijal van živog organizma. Usled nemogućnosti da se za ispitivanja nabave i koriste ljudski zubi kao adekvatna zamena izabrani su goveđi zubi koji imaju slične osobine kao i ljudski, pogotovu kada se radi o reakciji na elektromagnetna zračenja [3], u koje spada i lasersko zračenje. Oni su značajno veći od ljudskih zuba te su i iz tog razloga podesniji za ispitivanje i manipulisanje.

2.3. Laseri

LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of adiation) je izvor svetlosnog zračenja koji emituje koherentan snop fotona. Svetlost je uglavnom monohromatska, odnosno jedne talasne dužine i usmerena je u uskom snopu. Laserske zrake zapravo čine elektromagnetni talasi koji su međusobno u ustoj fazi i šire se u istom smeru [4]. Principski je sastavljen od rezonatorske šupljine i aktivne sredine koja ga ispunjava.



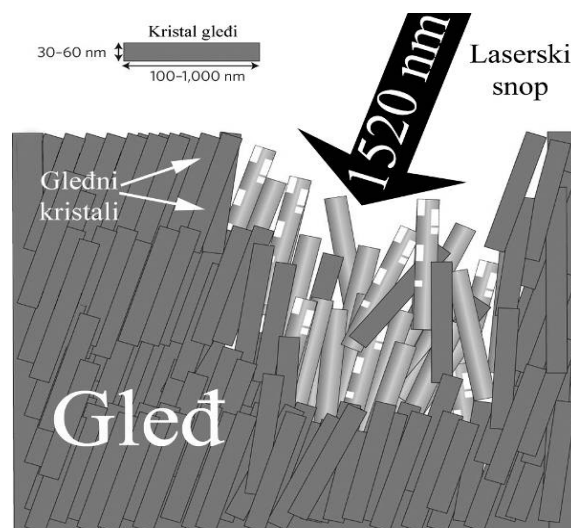
Slika 3. – Principijska šema lasera

U ovom radu korišćen je laserski izvor koji emituje svetlost talasne dužine 1552nm koji pripada IR-B delu spektra i pogodan je za upotrebu u stomatološke svrhe zbog činjenice da se veoma dobro apsorbuje u vodi i zubnim mineralima [5]. Njega karakteriše i mali nivo prodiranja unutar tvrdih zubnih tkiva što omogućava dobru ablaciju površinskih slojeva bez bojazni da će se izvršiti nekontrolisana i neželjena ablacija dubljih oblasti.

Lasери koji rade u ovom delu spektra nose relativno mali rizik termalnog oštećenja zubne pulpe.

Laserska ablacija je proces uklanjanja materijala sa čvrste podloge osvetljavanjem laserskim snopom. Pri malom laserskom fluksu, materijal se zagreva apsorbovanom laserskom energijom i isparava. Pri većim vrednostima fluksa materijal se obično pretvara u plazmu. Dubina u kojoj se energija lasera apsorbuje kao i količina uklonjenog materijala zavisi od optičkih osobina materijala i talasne dužine lasera.

Princip laserske ablacije zubne gleđi sastoji se u tome da se laserski zrak dobro apsorbuje u mineralima koji grade zubnu gleđ te da se energija pretvori u toplotnu energiju intenziteta dovoljnog da dođe do uklanjanja ozračenog materijala. Pri tome treba voditi računa o nivou prodiranja laserskog snopa kako sa površinskim slojevima gleđi ne bismo izvršili i ablaciju unutrašnjih nivoa.



Slika 4. - Mehanizam laserske ablacije zubne gleđi

2.4. Furijeov zakon toplotne provodnosti

Kao što je već rečeno, ograničavajući faktor u upotrebi lasera u stomatološke svrhe predstavlja toplota koja se stvara na površini gleđi te mogućnost da dođe do termalnog oštećenja zubne pulpe. Konkretno, ovo znači da se pre bilo kakvih eksperimenata mora znati do koje temperature se može zagrevati površina gleđi tako da ne dođe do oštećenja zubne pulpe.

Najefikasniji način za praćenje temperaturnih promena koje se odigravaju u zubnoj pulpi predstavlja Furijeov zakon toplotne provodnosti koji je dat kao:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = -k \oint_S \nabla T \cdot dS \quad (1)$$

Ovaj zakon zapravo definiše da je prenos toplote kroz materijal proporcionalan negativnom gradijentu temperature i površini, pod pravim uglovima, na taj gradijent, kroz koju protiče temperatura. Ukoliko se jednačina (1) integriše, a kada postoji uniformno raspodeljena temperatura duž jednakih površina savršeno izolovanih strana, dobijamo brzinu toka toplote između krajeva površine:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = -k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (2)$$

Gde je A – površina preseka, ΔT – temperaturna razlika između krajeva a Δx – udaljenost između krajeva. Fizičke i optičke osobine gleđi i dentina, ozračenih pomoću 1552nm laserske svetlosti su [6]:

Tabela 1. Fizičke i optičke osobina zubnih tkiva

Zubno tkivo/osobina	Gleđ	Dentin
Koeficijent apsorpcije (m^{-1})	128	400
Gustina (kg / m^3)	2970	2140
Termička provodnost ($\frac{W \cdot m^{-1}}{^{\circ}C^{-1}}$)	0.931	0.569

Zamenom vrednosti iz tabele u navedene formule, uz konsultovanje određene literature [2], dolazi se do zaključka da najviša temperatura na gleđi koju smemo dostići iznosi 50,9°C i to tako da ona ne sme biti prisutna duže od jednog minuta. Pod tim uslovima neće doći do termičkih oštećenja zubne pulpe – nekroze tkiva i inflamatornih procesa.

3. OPREMA

Oprema koja se koristila u ovom radu može se grubo podeliti na opremu za: izvođenje eksperimenata, praćenje eksperimenata i proveru rezultata eksperimenata.

Opremu za izvođenje eksperimenata čine promenljivi laserski izvor Agilent 81949A i platforma za testiranje fiber-optičkih komponenti Agilent 8146B, koja je integrisana sa pomenutim laserskim izvorom.



Slika 5. – Laserski izvor i platforma za testiranje fiber-optičkih komponenti

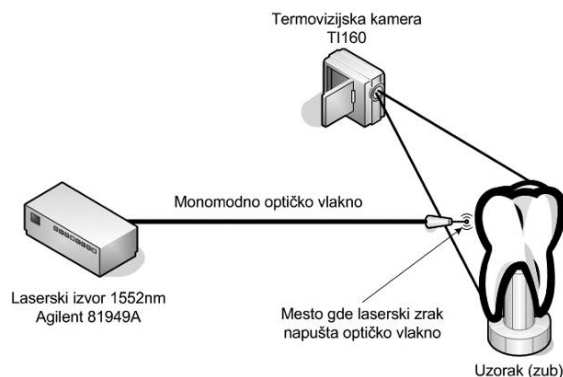
Laserski izvor proizvodi laserski snop talasne dužine od 1552nm a preko platforme za testiranje vrši se precizno određivanje talasne dužine i izlazne snage. Izlaz iz talasnog izvora je monomodno fiber-optičko vlakno. Bitno je primetiti da se na izlazu iz optičkog vlakna, a pre dolaska u kontakt sa gleđi, laserski snop rasejava i slabi. Do rasejavanja i slabljenja dolazi zbog fizičkih osobina vlakna, sredine u kojoj se laserski snop prostire po napuštanju vlakna, nesavršenost mesta gde je vlakno presečeno itd. Iz tog razloga, potrebno je shvatiti da će jama, koja se stvara ablacijom gleđi, biti značajno šira od širine snopa. U prilog ovoj tvdnji ide i činjenica da vlakno nije bilo u apsolutnom prislonu u odnosu na gleđ. **Opremu za praćenje eksperimenata** čini termovizijska kamera TI160, proizvođača Ulirvision i stanica za testiranje Süss Microtec PM5. Kamera je u mogućnosti da prati promene temperature na površini gleđi na osnovu infracrvenog zračenja koje je u funkciji temperature tela

tj. objekta. Generalno, što je temperatura veća to je veća i emisija infracrvenog zračenja. Ovu kameru odlikuje visok nivo preciznosti i osetljivost od 65mK. Stanica za testiranje Süss Microtec PM5 korišćena je za nadgledanje stanja zubne gleđi posle ozračivanja tj. da li je došlo do značajnijih promena (naprslina) u toku eksperimenta. Ova stanica zbog principa rada i male jačine uvećanja nije mogla biti korišćena za proveru rezultata.

Opremu za proveru rezultata čini skenirajući elektronski mikroskop JEOL JSM-6460LV koji je dostupan u Laboratoriji za elektronsku mikroskopiju Univerziteta u Novom Sadu. Odlikuje ga velika snaga uvećanja te je zbog toga bio izuzetno pogodan za proveru rezultata obzirom da se radilo o promenama na gleđi koje iznose par desetina mikrometara.

4. EKSPERIMENTI

Pre početka eksperimenata, goveđi zubi su prošli detaljnu seriju čišćenja alkoholom i na kraju su potopljeni u fiziološki rastvor kako bi očuvali svoju strukturu i ne bi dehidrirali. Dvadesetak minuta pre otpočinjanja eksperimenata izvađeni su iz rastvora i ostavljeni da se osuše i aklimatizuju na sobnoj temperaturi. Eksperimentalnu postavku činili su, promenljivi laserski izvor Agilent 81949A sa platformom za testiranje Agilent 8146B i termovizijska kamera TI160.



Slika 6. – Eksperimentalna postavka

Izvršeno je ukupno devet eksperimenata, u četiri serije. Laser je radio u kontinualnom modu a intenzitet zračenja i vreme izlaganja menjano je u svakoj seriji kako bi se mogla pratiti zavisnost nastanka promena na površini gleđi u odnosu na vreme i snagu laserskog snopa.

Tabela 1. Pregled izvedenih serija eksperimenata

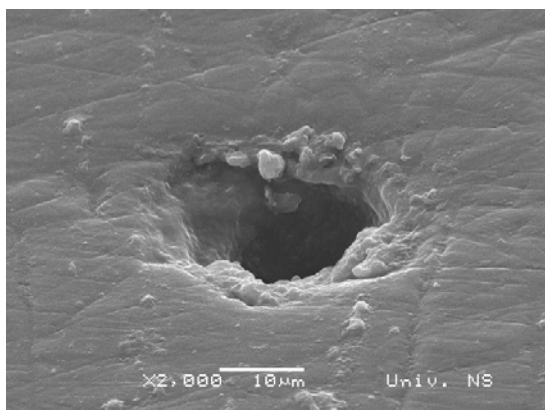
Seriya	I zračenje	II zračenje	III zračenje	IV zračenje	Vreme
1.	5 mW	10 mW	15 mW	20 mW	2 min
2.	30 mW	30 mW	30 mW	-	30 min
3.	30 mW	-	-	-	60 min
4.	30 mW	-	-	-	120 min

Tokom izvođenja eksperimenata nije primećena značajna promena temperature gleđi koja bi iziskivala da se eksperiment prekine.

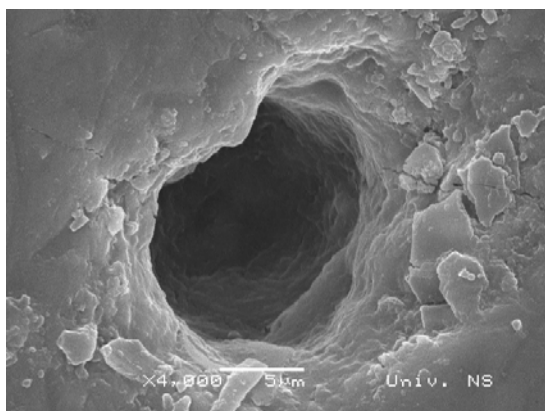
5. REZULTATI

Pozitivni rezultati eksperimenata dobijeni su samo u trećoj i četvrtoj seriji. U prve dve serije, promene na

zubnoj gleđi nisu bile jasno uočljive i različite od normalnog reljefa zubne gleđi. Teoretski, promene bi morale da postoje u drugoj seriji ali su one verovatno toliko male da ih je nemoguće jednoznačno razlikovati od drugih nepravilnosti na površini gleđi. Rezultati treće i četvrte serije pokazali su da je nedvosmisleno došlo do ablacije zubne gleđi laserom što pokazuju i snimci načinjeni skenirajućim elektronskim mikroskopom. Pošto tehnički nije bilo moguće zabeležiti dubinu laserom načinjenih jama, rad je ostao uskraćen za matematičku vezu između vremena izlaganja i dubine jame. Stoga, ovi rezultati demonstriraju mogućnost da se laserska ablacija uspešno i bez značajnih temperaturnih promena na površini zuba uzvede pomoću 1552nm lasera koji je dostupan u Laboratoriji za optoelektroniku.



Slika 7. – Rezultat treće serije eksperimenata



Slika 8. – Rezultat četvrte serije eksperimenata

Obe jame pokazuju zadovoljavajuć nivo ablacije a logički se nameće zaključak da se vremenski prag izlaganja, posle koga je moguće primetiti promene na zubnoj gleđi nalazi između 30 i 60 minuta.

Prečnik jame koja je stvorena u trećoj seriji eksperimenata iznosi 25.1µm i ona po svojim dimenzijama pokazuje visok stepen podudarnosti sa jamom iz četvrte serije čije su dimenzije 20µm sa 17.6µm.

6. ZAKLJUČAK

Ovaj rad pokazuje da je korišćenje lasera koji emituju snop unutar IR-B spektra podesno za upotrebu u stomatološkoj praksi. Dobijeni rezultati su zadovoljavajući imajući na umu da se koristio laser koji je prvenstveno projektovan za upotrebu u telekomunikacione svrhe.

Ipak, ukoliko bismo želeli da ovakav laser upotrebljavamo u realnim stomatološkim situacijama morali bismo da povećamo njegovu izlaznu snagu jer laserska tehnologija mora biti konkurentna današnjoj tehnologiji prvenstveno po vremenu potrebnom za izvođenje intervencije a potom i po ceni za nabavku i održavanje. Sa povećanjem izlazne snage dolazi i do povećanja temperature tretirane gleđi pa bi trebalo razmotriti prebacivanje lasera iz kontinualnog u impulsni mod a ukoliko ni tada nije moguće efektivno kontrolisati temperaturu treba pribeći konvencionalnom načinu hlađenja zubne gleđi koji se koristi i pri radu sa stomatološkim turbinama – vodenom hlađenju.

7. LITERATURA

- [1] L. Zachard, G. Cohen, Pulp response to externally applied heat, Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Volume 16, Issue 4, April 1965.
- [2] J.I. Ingle, L.K. Bakland, J.C. Baumgartner, Endodontics 6, BC Decker, Hamilton, Ontario, 2008.
- [3] Fonseca, Haiter/Neto, Carlo, Soares, Sinhoreti, Puppini-Rontani, Correr-Sobrinho, Radiodensity and hardness of enamel and dentin of human and bovine teeth, varying bovine teeth age, Arch Oral Biol. 2008.
- [4] Živanov, M.B., „Optoelektronika“, skripta, Novi Sad, 2006.
- [5] Buchalla, Attin, External bleaching therapy with activation by heat, light or laser – A systematic review, Elsevier, 2006.
- [6] Fahey, Onyejekwe, Mason, Mitra, Precise dental ablation using ultra-short-pulsed 1552nm laser, Elsevier, 2008.

Kratka biografija:



Miloš Slankamenac rođen je u Novom Sadu 1977. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2010. god., a od 2005. god je u zvanju asistenta na FTN. Oblast interesovanja mu je elektronika i optoelektronika.



Nikola Stojanović rođen je u Odžacima 1980. god. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2007. god., a od 2008. god je u zvanju stručnog saradnika na FTN. Oblast interesovanja mu je optoelektronika.



Miodrag Jelić rođen je u Novom Sadu 1981. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka odbranio je 2009. godine. Oblasti interesovanja su mu optoelektronika, primenjena fizika i mikroelektronika.



Miloš Živanov rođen je 1948. godine u Novom Sadu. Doktorirao je na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu 1992. god., a od 2004. god je u zvanju redovnog profesora na FTN. Oblast interesovanja mu je elektronika i optoelektronika.

RAZVOJ PROŠIRENJA ZA DOTNETNUKE CMS SISTEM PLUGIN DEVELOPEMENT FOR THE DOTNETNUKE CMS SYSTEM

Bojan Ristić, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad se bavi analizom i implementacijom proširenja za DotNetNuke CMS sistem, što podrazumeva kreiranje i obradu kalendarskih događaja vezanih za prijavljenog korisnika.

Abstract – This thesis deals with an analysis and implementation of plugins for the DotNetNuke CMS system. This system allows registered user to create and process calendar events.

Ključne reči – ASP.NET, .NET Framework, ASP.NET AJAX, DotNetNuke, CMS, WCMS

1. UVOD

Pojavom interneta pojavili su se i internet pretraživači koji su prikazivali statičke web stranice. Širenjem upotrebe interneta, javila se potreba za radom na daljinu, preko internet pretraživača.

Tako su nastale web aplikacije, programi koji mogu da rade na internetu i intranetu (lokalnoj mreži), a instalirani su na serveru i za njihovo korišćenje, dovoljan je internet pretraživač.

Da bi nestručna lica mogla lako menjati sadržaj na web sajtu, nastale su web aplikacije koje to omogućavaju. Takva web aplikacija se naziva CMS (Content Management System).

Pored osnovnih funkcija koje pruža, obično sadrži i set proširenja koje olakšavaju neke uobičajene poslove. Ono što CMS aplikacije čini moćnim je mogućnost razvijanja proširenja. Takav jedan CMS je i DotNetNuke za koji će u ovom radu biti kreirana tri proširenja koja komuniciraju preko zajedničke baze podataka.

2. TEHNOLOGIJE

2.1 CMS

CMS (Content Management System) [1] je kolekcija procedura koje se koriste za upravljanjem toka rada (workflow) u kolaborativnom okruženju. Ove procedure mogu biti ručne ili kompjuterski bazirane. Procedure su dizajnirane da rade sledeće:

- Dozvoli velikom broju ljudi da doprinesu i podele uskladištene podatke
- Kontrolu pristupa podacima, na osnovu korisničkih uloga (korisničke uloge definišu koje informacije svaki korisnik može da gleda ili menja).

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Milan Vidaković.

- Pomoć u lakom skladištenju i pronalaženju podataka
- Smanjuje ponavljajući duplirani unos
- Poboljšava lakoću pisanja izveštaja
- Poboljšava komunikaciju između korisnika

Kod CMS-a podaci se mogu definisati kao skoro sve: dokumenta, filmovi, slike, brojevi telefona, naučni podaci, itd. CMS-ovi se često koriste za skladištenje, kontrolu, reviziju, semantičko obogaćivanje i izdavanje dokumenata. Služeći kao centralno skladište, CMS povećava nivo verzije novih ažuriranja već postojeće datoteke. Kontrola verzija je jedna od glavnih prednosti CMS-a. Postoji toliko mnogo CMS-ova širom sveta, ali je malo onih koji garantuju standard u softverskoj arhitekturi, održavanje i sigurnost.

WCMS (Web Content Management System) [2] je dizajniran da pojednostavi publikaciju Web sadržaja na web lokacijama i mobilnim uređajima, omogućavajući kreatorima sadržaja da postavljaju sadržaj bez tehničkog znanja o HTML-u ili kopiranja datoteka na server. Kada se kaže CMS, podrazumeva se WCMS, zbog njegove široke primene. U daljem tekstu će se za korišćenje akronima CMS podrazumevati WCMS.

2.2 DotNetNuke

DotNetNuke (DNN) [3] je open sors web programski framework (open source web application framework) sa sposobnostima CMS-a. DNN je napisan u VB.NET programskom jeziku i radi na Microsoft .NET Framework platformi, sa preko 800.000 registrovanih korisnika na www.dotnetnuke.com sajtu.

Postoji tri izdanja DNN-a:

- DotNetNuke Community Edition
- DotNetNuke Professional Edition
- DotNetNuke Enterprise Edition

Prvi je open sors pod BSD licencom, a druga dva izdanja se plaćaju. BSD licenca za razliku od GPL dozvoljava da se aplikacija modifikuje i distribuira na bilo koji način, jedini uslov je da originalna izjava copyright-a koda bude zadržana. Ova licenca omogućava mnogim pojedincima i kompanijama da iskoriste DNN za različita tržišta i projekte.

2.3 .NET FRAMEWORK

Microsoft .NET framework [4] je softverski framework (set alata) koji se može instalirati na računare koji rade na Microsoft Windows operativnom sistemu.

Osnovna biblioteka klasa .NET Framework-a pruža veliki broj osobina kao što su korisnički interfejs, pristup

podacima, povezivanje sa bazom, kriptografija, razvoj web aplikacija, numeričke algoritme, i mrežne komunikacije. Biblioteka klasa se koristi od strane programera, koji je kombinuju sa svojim kodom za kreiranje aplikacija. Programi napisani u .NET Framework-u rade u softverskom okruženju koje odgovara i upravlja radnim (runtime) zahtevima programa. Ovo radno okruženje (runtime environment) je u .NET Framework-u poznato kao CLR (Common Language Runtime). CLR obezbeđuje izgled programske virtuelne mašine, tako da programeri ne moraju da brinu o mogućnostima određenog procesora koji izvršavati program. CLR takođe pruža druge bitne servise kao što su oni za sigurnost, upravljanje memorijom i upravljanje izuzecima. Biblioteka klasa i CLR zajedno čine .NET Framework.

2.4 ASP.NET

ASP.NET [5] je serverska tehnologija namenjena za razvoj web aplikacija bazirana na *Microsoft .NET Framework*-u.

Neke osobine ASP.NET-a su sledeće:

- o ASP.NET stranice su kompajlirane [6], a ne interpretirane. U ASP.NET-ovom prethodniku, klasičnom ASP-u, stranice su bile interpretirane, tako da svaki put kada bi korisnik zatražio stranicu, server bi učitavao kod stranice u memoriju, i nakon interpretiranja, izvršio. U ASP.NET-u server treba samo jednom da interpretira kod. Kod se kompajlira u binarni fajl, koji se brzo pokreće, čime su se znatno poboljšale performanse u odnosu na klasični ASP

- o ASP.NET omogućava razdvajanje serverskog koda na stranici od HTML koda. Što olakšava timski rad, gde programeri mogu da rade na kodu, a programeri na dizajnu, nezavisno.

- o ASP.NET omogućava kodiranje na različitim programskim jezicima. To je moguće zato što se kod kompajlira u IL (*Intermediate Language*)

- o Lako se postavlja na server i podešava. Potrebno je samo iskopirati sve fajlove u virtualni direktorijum na serveru, pošto je .NET okruženje bilo na razvojnoj mašini, a i na serveru je, sve klase korišćene su identične.

2.5 ASP.NET AJAX

Pošto tradicionalni ASP.NET obavlja sav posao na serveru, svaki put kada se vrši akcija na stranici, pretraživač šalje podatke serveru, dobija novu kopiju stranice i osvežava ekran. Ona dešavanja koja nemaju potrebu za komunikacijom sa serverom su rađene u *JavaScript*-u kako bi se ubrzao rad. Međutim, za poslove koji moraju da se obave na serveru, koristi se *Ajax* (*Asynchronous JavaScript* i XML).

3. STRUKTURA

3.1 Organizacija aplikacije

Za postojeću DotNetNuke 5.X instalaciju kreirana su tri proširenja (modula). Modul „StalneObaveze“, koji se nalazi na stranici „Stalne Obaveze“ omogućava prikaz

svih stalnih obaveza, koje je korisnik uneo do tada (stalne obaveze su praktično šabloni koje korisnik može kopirati u obaveze, kako bi ubrzao posao), kao i unos, izmenu i brisanje stalnih obaveza. Modul „Obaveze“, koji se nalazi na stranici „Obaveze“ omogućava prikaz svih obaveza, koje je korisnik uneo do tada, kao i unos, izmenu i brisanje obaveza. Modul „PrikazObaveza“ se nalazi na svim stranicama aplikacije i omogućava prikaz dnevnih obaveza, kao i mogućnost izbacivanja sa liste onih koje je korisnik obavio.

3.2 Organizacija klasa

Klase „Obaveze“, „StalneObaveze“ i „PrikazObaveza“ su parcijalne klase gde se jedan deo koda nalazi u datoteci sa ekstenzijom „*ascx.vb*“, a drugi deo u datoteci sa ekstenzijom „*ascx*“. Klasa „Obaveze“ omogućava unos obaveza u bazu podataka, kao i prikaz, izmenu i brisanje istih. Klasa „StalneObaveze“ omogućava unos stalnih obaveza u bazu podataka, kao i prikaz, izmenu i brisanje istih. Klasa „PrikazObaveza“ omogućava prikaz dnevnih obaveza, izbacivanje završenih obaveza sa liste i alarm, koji žutom bojom signalizira da određena obaveza treba da se obavi. Klasa „*PortalModuleBase*“ je osnovna *DotNetNuke*-ova klasa za rad sa modulima, koju prethodne tri klase nasleđuju.

4. IMPLEMENTACIJA

Sledi opis slučaja korišćenja u aplikaciji za dodavanje nove obaveze.

4.1 Dodavanje Nove Obaveze

Nakon prijave korisnika na sistem i dolaskom na stranicu Obaveze, korisnik aktivira, pomoću *AJAX ModalPopupExtender*-a, panel za dodavanje obaveze klikom na dugme „Nova obaveza“.

U listingu 4.1 prikazan je kod, gde se dugmetom „*ButtonNovaObaveza*“ aktivira panel „*PanelNovaObaveza*“ pomoću *ModalPopupExtender*-a „*ButtonNovaObaveza_ModalPopupExtender*“, koji je odgovoran za dodavanje nove obaveze.

```
<asp:Button ID="ButtonNovaObaveza" runat="server"
Text="Nova obaveza" BackColor="#00CC00" />
<cc1:ModalPopupExtender
ID="ButtonNovaObaveza_ModalPopupExtender"runat="server"
BackgroundCssClass="popupBackground"
DropShadow="True" PopupControlID="PanelNovaObaveza"
TargetControlID="ButtonNovaObaveza"></cc1:ModalPopupEx
tender>
```

Listing 4.1 Implementacija *ModalPopupExtender*-a u *Obaveze.ascx* datoteci

Na panelu se nalaze ASP.NET serverske kontrole kao što su *TextBox*, *CheckBox* i *DropDownList* u koje korisnik unosi podatke potrebne za kreiranje nove obaveze. Pomoću *GridView*-a „*GridViewStalneObaveze*“ mogu se dodati stalne obaveze, klikom na link u obliku zelenog plusa, čime se kopiraju vrednosti iz *GridView*-a u ASP.NET serverske kontrole na panelu.

Kada korisnik završi unos obaveze, može kliknuti na dugme „*ButtonDodaj*“ čime se resetuju ASP.NET serverske kontrole na panelu i može se dodati sledeća obaveza ili kliknuti na dugme „*ButtonZatvori*“ čime se zatvara panel.

Nakon unošenja svih potrebnih podataka korisnik klikom na dugme „Dodaj“ aktivira metodu „*ButtonDodaj_Click*“, čime se unosi nova obaveza u bazu. Unos se vrši SQL procedurom „*Obaveze_Dodaj*“ koju poziva metoda „*ExecuteNonQuery*“.

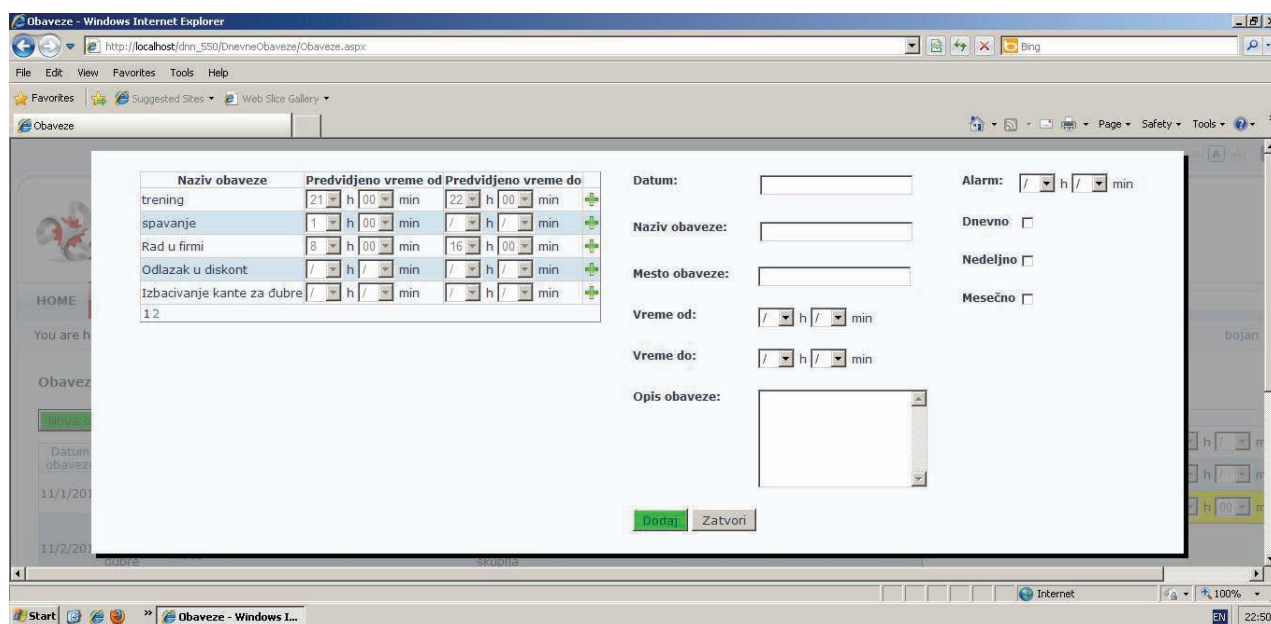
```
PROCEDURE dbo.[Obaveze_Dodaj]
@UserID int, @Datum datetime, @Naziv nvarchar(30),
@Mesto nvarchar(30), @SatiOd int, @MinutiOd int, @SatiDo
int, @MinutiDo int, @Opis ntext, @AlarmSatiOd int,
@AlarmMinutiOd int, @Dnevno bit, @Nedeljno bit,
@Mesecno bit
AS
```

```
INSERT INTO Obaveze
UserID,Datum,Naziv,Mesto,SatiOd,MinutiOd,SatiDo,MinutiDo
,Opis,AlarmSatiOd,AlarmMinutiOd,Dnevno,Nedeljno,Mesecno
)
VALUES
(@UserID,@Datum,@Naziv,@Mesto,@SatiOd,@MinutiOd,@
SatiDo,@MinutiDo,@Opis,@AlarmSatiOd,@AlarmMinutiOd,
@Dnevno,@Nedeljno,@Mesecno)
SELECT SCOPE_IDENTITY()
RETURN
```

Listing 4.2 SQL procedura „*Obaveze_Dodaj*“

U listingu 4.2 je prikazana SQL procedura „*Obaveze_Dodaj*“ pomoću koje se unosi nova obaveza u SQL tabelu „Obaveze“.

Na slici 1. prikazan je ekran aplikacije za unos nove obaveze.



Slika 1. Panel za unos nove obaveze

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu kreirana su tri nezavisna programska proširenja (modula), koja rade u *DotNetNuke* CMS-u, i koriste istu bazu podataka i tabele, čineći zajedno mini aplikaciju, koja omogućava unos, manipulaciju i prikaz dnevnih obaveza korisnika.

DotNetNuke bi imao još veću popularnost među ASP.NET programerima, da je postupak kreiranja modula jednostavniji.

Profesionalni moduli koji prolaze kroz verifikaciju od strane *DotNetNuke* tima i dobijaju sertifikat, koriste apstrakciju baze podataka i imaju kontroler i info klasu za svaki modul, što komplikuje proces kreiranja modula. Realno za takvom apstrakcijom nema potrebe, jer se za sada, u okviru *DotNetNuke*-a, koristi samo *Microsoft SQL* provajder.

Način kreiranja modula, koji je opisan u ovom radu, omogućava da se vrlo jednostavno kreira nov modul ili neka postojeća mini aplikacija pretvori u modul. Mogući pravci daljeg razvoja su sledeći:

- U slučaju da nema dnevnih obaveza, da se prikaže poruka, kojom se korisnik obaveštava da nema obaveza tog dana
- Omogućiti da se obaveze mogu ponavljati određenih dana u nedelji i tako selektovati dan u nedelji
- Kreirati instalacionu skriptu za module, čime bi se olakšalo instaliranje
- Kreiranje tabele u obliku kalendara ili korišćenje nekog postojećeg, kako bi se mogle videti sve obaveze u toku jednog meseca

6. LITERATURA

- [1] Wikipedia, CMS
http://en.wikipedia.org/wiki/Content_management_system
- [2] Wikipedia, WCMS
http://en.wikipedia.org/wiki/Web_content_management_system
- [3] Christopher Hammond, Patrick Renner, *DotNetNuke 5 User's Guide*, Wrox

[4] Wikipedia, .Net framework
http://en.wikipedia.org/wiki/.NET_Framework

[5] Wikipedia , ASP.NET
<http://en.wikipedia.org/wiki/ASP.NET>

[6] George Shepherd, Microsoft ASP.NET 4: Step by Step, Microsoft Press

Kratka biografija:

Bojan Ristić rođen je 26. marta 1979. godine u Novom Sadu. Živi u Novom Sadu. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Računarstvo i automatika – Računarske nauke i informatika, odbranio je 2010. godine.

Milan Vidaković je rođen u Novom Sadu 1971. godine. Doktorirao je 2003. godine na Fakultetu tehničkih nauka, a 2009. godine izabran je za vanrednog profesora iz oblasti *Primenjene računarske nauke i informatika* na Fakultetu tehničkih nauka.

POSTUPCI MERENJA U OPTIČKIM SISTEMIMA MEASUREMENT IN OPTICAL SYSTEMS

Aleksandar Parabucki, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Tema ovog rada su gradivni elementi jednog optičkog sistema, pri čemu se poseban akcenat stavlja na merenje gubitaka. Ideja je da se optički sistem raščlani na sastavne delove i da se svakom gradivnom elementu ovog sistema posveti posebna pažnja. Poglavlje posvećeno gubicima i njihovim merenjima predstavlja centralni deo ovog rada.

Ključne reči: optičko vlakno, OTDR, gubici, merenje gubitaka, splajs, svetlosni zrak.

Abstract – This paper presents building blocks of one optical system with main focus on attenuation measurements. Idea is to decompose optical system to building blocks and describe each of this blocks separately. Chapter dedicated to optical attenuation and its measurement is central part of this paper.

Key words: optical fiber, OTDR, attenuaton, losses measurement, splice, light ray.

1. UVOD

1.1. Istorijat

Istorija optičkih komunikacija počinje pre dva veka tzv. optičkim telegrafom koji je 1790. izumeo francuski inženjer po imenu Klod Kupe (Claude Coupe). Njegov optički sistem sastojao se od niza semafora kojim su upravljali ljudi na vrhovima kula. Na taj način je bilo moguće poslati poruke od jedne do druge kule. Sistem je bio efikasan sve do sredine XIX veka i pojave električnog telegrafa.

1838. Samjuel Morze (Samuel Morse) predstavlja svetu svoj izum-električni telegraf. Ovim počinje era električnih telekomunikacija. Ovaj izum bio je okidač za mnoga otkrića koja su usledila i koja su omogućila znatno brži i efikasniji prenos informacija na daljinu.

Sredina XX veka donosi revolucionarne pomake kada su u pitanju optičke komunikacije. U tom periodu počelo se sa eksperimentisanjem prenosa svetlosnog zraka kroz optičko vlakno. Prva optička vlakna sastojala su se samo od jezgra koje je najčešće pravljeno od silicijum-dioksida (SiO_2), bez ikakve obloge, što je uzrokovalo da deo svetlosnog zraka napusti vlakno uzrokujući pri tome slabljenje signala. Ključne dve inovacije uveli su Brajan

O Brajan i Čarls Kao. Brajan O Brajan je oko jezgra postavio oblogu manjeg indeksa prelamanja i na taj način omogućio totalnu unutrašnju refleksiju usled koje se zrak prostirao duž vlakna. Čarls Kao je sa druge strane ustanovio ključni razlog za ogromne gubitke koji su se do tada javljali-nečistoću korišćenog stakla. Raznim tehnikama pročišćavanja podužno slabljenje je spušteno ispod 20 dB/km. Uporedo sa radom na medijumu koji bi prenosio svetlost radilo se i na drugoj glavnoj prepreci realizaciji optičkih sistema-kvalitetnim svetlosnim izvorima i detektorima. Pojava poluprovodničkih materijala omogućila je izradu efikasnih svetlosnih predajnika i prijemnika [1].

Sredinom 70-tih godina prošlog veka došlo je do pojave prve generacije komercijalnih optičkih sistema. Prečnik optičkog vlakna u ovim sistemima iznosio je 50 μm , a talasna dužina emitovane svetlosti 850 nm. Druga generacija optičkih sistema datira iz ranih 80-tih godina prošlog veka i oni su radili na talasnoj dužini od 1300 nm pri čemu su se pojačavači nalazili na rastojanju od 50 km. Ova tehnologija je 1988. omogućila postavljanje prvog transatlanskog podvodnog kabla koji je povezivao Ameriku sa Engleskom i Francuskom-TAT8 [2,3]. Treća generacija optičkih sistema radila je na talasnoj dužini od 1550 nm i imala je podužne gubitke od svega 0.2 dB/km. Usled poboljšanja koja je donela ova generacija omogućeno je da se regeneratori nalaze na udaljenosti od čak 100 km. Četvrta generacija omogućava korišćenje optičkih pojačavača kao i WDM (wavelength-division multiplexing) kojim se ostvaruje značajno povećanje kapaciteta. Protok koji omogućava ova generacija iznosi 14 Tb/s sa pojačavačima na razdaljini od 160 km [5].

1.2. Prednosti i mane optičkih vlakana

Optičko vlakno nudi mnoge prednosti u odnosu na standardni bakarni provodnik. Jedna od njegovih glavnih pogodnosti jeste širok propusni opseg. Optička vlakna ne poseduju linearnu zavisnost povećanja gubitaka usled povećanja frekvencije signala nosioca. Propusni opseg dostiže čak nekoliko hiljada GHz, a pravilnom konstrukcijom gubici se mogu držati na željenom nivou. Razvoj optičkih komunikacija u proteklih desetak godina omogućio je da se postigne podužno slabljenje od svega 0.2 dB/km. Usled toga što optičko vlakno ne provodi struju u njemu ne može doći ni do indukcije koja bi uzrokovala ometanje prenošenog signala, a samim tim ono predstavlja pogodno rešenje za prenos informacija u prostoru u kome postoji značajno emitovanje elektromagnetskog polja.

Optička vlakna usled svoje manje težine i manjih dimenzija predstavljaju znatno praktičnije rešenje u odnosu na bakarne provodnike. Fizičke dimenzije

NAPOMENA:

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

optičkih izvora, detektora, konektora, kao i optičkog vlakna kompatibilne su sa savremenim elektronskim komponentama i na taj način omogućavaju da se ova tehnologija lako implementira u savremene tehničke tokove.

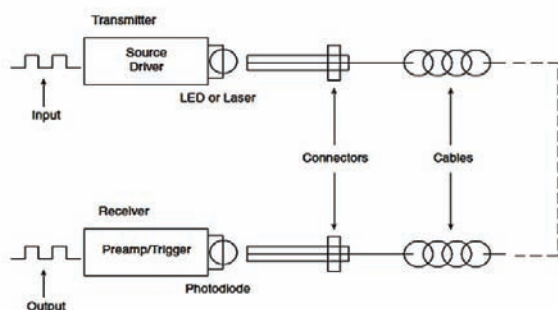
Uprkos svojih mnogobrojnih prednosti optičko vlakno ima i svoje nedostatke. Među najvažnije nedostatke spadaju: nedostatak standarda, otežano povezivanje vlakana usled malih dimenzija i neotpornost na nuklearno zračenje.

2. OPTIČKI SISTEM

Optički sistem čine tri glavna dela :

1. Svetlosni izvor na jednom kraju (laser ili LED), koji poseduje opremu koja omogućuje povezivanje sa optičkim vlaknom. Unutar svetlosnog izvora vrši se konverzija električnog signala u svetlosni.
2. Optičko vlakno koje povezuje dva kraja. Vlakno je smešteno unutar kabla radi zaštite od spoljnih uticaja i putem njega signal stiže na svoje odredište.
3. Svetlosni detektor na drugom kraju optičke veze. Detektor pretvara svetlosni signal nazad u električni.

Svetlosni izvor i svetlosni detektor, zajedno sa svojom pratećom elektronskom opremom, zovu se predajnik i prijemnik, respektivno. Spajajući svetlosni izvor sa jednim krajem optičkog vlakna, a detektor sa njegovim drugim krajem, dobijamo jednosmerni sistem prenosa podataka koji prihvata električni signal, pretvara ga u svetlosni impuls i prenosi, a zatim na drugom kraju ponovo pretvara u električni signal. Detektor proizvodi električni signal kada na njega padne svetlosni zrak.



Slika 1 – Blok šema optičkog sistema

2.1. Optički izvori i detektori

Optički izvori obuhvataju uređaje različitih dimenzija, izlaznih snaga, talasnih dužina talasa koje emituju i kreću se od sporih i jeftinih LED-ova pa sve do različitih tipova brzih lasera koji poseduju sofisticiranu tehniku. Tri glavne karakteristike ovih izvora su njihova snaga, talasna dužina svetlosti koju emituju i mogućnost modulacije (koliko se brzo uređaj može uključiti i isključiti).

LED-ovi se karakterišu niskom cenom i jednostavnošću implementacije. Zbog njihove relativno male izlazne snage i sporog uključivanja oni su najčešće korišćeni za prenos malim brzinama (manje od 200 Mb/s). LED-ovi se koriste u linkovima male dužine pri čemu se prenos ostvaruje kroz multimodno optičko vlakno.

Glavne karakteristike lasera su velika izlazna snaga, vrlo uzak opseg emitovane svetlosti i koherentnost svetlosti koju emituju što im omogućava veoma veliku efikasnost. FP laser je popularan kod kratkih i srednjih distanci (do

15 km) sa protokom manjim od 622 MB/s. DFB laseri se spajaju sa monomodnim vlaknima i veoma su korišćeni u sistemima velike brzine prenosa. *Tunable* laseri dolaze u velikom broju različitih vrsta i poseduju mogućnost da menjaju talasnu dužinu izlaznog signala [2].

Funkcija optičkog prijemnika je da interpretira informaciju sadržanu u dolazećem optičkom signalu. On se sastoji iz fotodetektora i prateće elektronike. Prateća elektronika je utoliko složenija što je signal koji dospeva do prijemnika slabiji. Fotodiode na bazi poluprovodnika su najzastupljenije u optičkim komunikacijama. Vrsta poluprovodnika koji se koriste zavisi od frekvencije svetlosti koju treba primiti. Najčešće korišćeni materijali su Si, Ge, GaAs, InGaAs i InGaAsP. Kao detektori malih talasnih dužina (850 nm) koristi se Si, a za detektore većih talasnih dužina InGaAs i od njega su najčešće sačinjene PIN i lavinske diode koje se koriste za ovu svrhu. Osnovni parametri koji karakterišu fotodiodu su njena efikasnost, odziv, brzina odziva i šum.

2.2. Optička vlakna

Optička vlakna se prave od silicijum-dioksida i za njihovu izradu potrebna je sofisticirana tehnologija. Ona su sačinjena od jezgra, većeg indeksa prelamanja, i obloge koja okružuje jezgro i koja ima manji indeks prelamanja. Prenos svetlosti duž vlakna omogućeno je nizom uzastopnih unutrašnjih refleksija na granici između jezgra i obloge. Prečnik jezgra veoma je mali i kreće se od nekoliko mikrona do nekoliko desetina mikrona. To je prečnik manji od prečnika ljudske vlasi.

Svetlost se kroz vlakno prostire različitim putanjama-modovima, i u zavisnosti od tipa i broja tih putanja optička vlakna delimo na step-indeks (monomodna i multimodna) i gradijentna. Za određene vrednosti talasnih dužina prenošene svetlosti vlakno ima manje slabljenje i te oblasti nazivaju se optički prozori. Postoje tri optička prozora: prvi između 800 nm i 900 nm, drugi je centiran na 1310 nm i treći između 1510 nm i 1600 nm. Usled toga što je vlakno veoma tanko i krhko ono se smešta u optičke kablove radi zaštite. Razlikujemo tri vrste optičkih kablova i to: podzemni, vazdušni i podvodni. Svaki od ovih kablova ima posebnu konstrukciju koja je prilagođena uslovima u kojim se koristi [1,3].

3. MERENJE GUBITAKA U OPTIČKOM VLAKNU

Slabljenje signala tokom prostiranja duž vlakna predstavlja veoma važan parametar u optičkim komunikacijama. Upravo slabljenje diktira maksimalno rastojanje između predajnika i prijemnika i ono u najvećoj meri diktira izgled optičkog sistema. Najvažniji mehanizmi slabljenja u vlaknu jesu apsorpcija, rasejanje i zračenje optičke snage. Glavni uzrok za pojavu apsorpcije unutar vlakna predstavljaju atomi nečistoća kao i apsorpcija atoma od kojih je vlakno sačinjeno. Rasejanje nastaje usled mikroskopskih varijacija u gustini, nehomogenosti kao i usled nepravilnosti prilikom izrade vlakana.

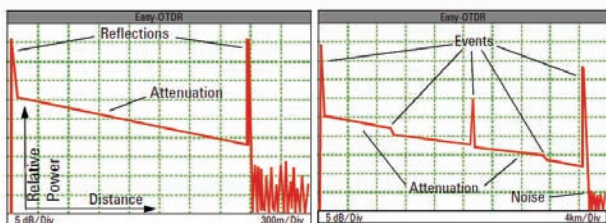
Do zračenja optičke energije dolazi prilikom savijanja vlakna. Još jedan od razloga slabljenja predstavlja distorzija signala. Usled ovog fenomena dolazi do širenja impulsa što uzrokuje pojavu grešaka na prijemnoj strani. Konstantnim pročišćavanjem vlakna kao i pojavom novih tehnika prenosa slabljenje se smanjuje i postižu se sve veća rastojanja između regeneratorsa.

3.1. OTDR

OTDR (Optical Time Doamin Reflectometer) je uređaj koji koristi fenomen rasejanja svetlosti u cilju karakterizacije vlakna, pronalazjenja mesta na kojima je došlo do prekida kao i optimizaciju splajseva (naknadnih spojeva vlakana). Pošto je rasejanje, pored apsorpcije, jedan od osnovnih mehanizama koji dovodi do gubitaka u vlaknu, OTDR šalje impuls velike snage, a zatim meri svetlost koja biva reflektovana nazad u njega. Ovo je osnovni princip na osnovu koga OTDR vrši svoja merenja. Koeficijent rasejanja je veličina koja nam govori koja količina svetlosti se vraća ka uređaju i ona predstavlja odnos snaga na izlazu iz OTDR uređaja i snage koja potiče od povratne, reflektovane, svetlosti. Ako pretpostavimo da je koeficijent rasejanja konstantan, OTDR-om možemo meriti ne samo gubitak već njime možemo locirati i prekid vlakna, razne vrste nepravilnosti, spajseve i konektore. OTDR poseduje mogućnost grafičkog prikazivanja statusa vlakna koje testira i upravo je to jedna od njegovih najvećih pogodnosti. On takođe nudi veliku prednost u odnosu na merače snage signala time što je dovoljno pristupiti samo jednom kraju vlakna, a ne na oba. Pod merenja koja možemo izvršiti OTDR uređajem spadaju:

- dužina optičkog vlakna
- slabljenje na celokupnom vlaknu ili pojedinim njegovim delovima
- karakteristike slabljenja samog vlakna
- lociranje spojeva, konektora i nepravilnosti

Kako optički sistemi postaju sve rasprostranjeniji i kompleksniji potreba za njihovim servisiranjem predstavlja prioritetan zadatak. Sada ćemo prikazati tipične tragove za “događaje” koji se najčešće javljaju u vlaknu i daćemo tumačenja za neke od njih.



Slika 2. *Trag vlakna na displeju OTDR uređaja*

Slika 3. *Trag linka na displeju OTDR uređaja*

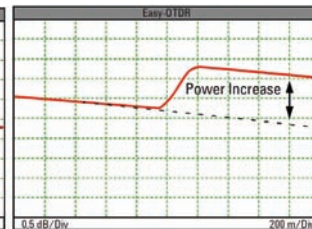
Ono što možemo uočiti na Slici 2. jeste da dolazi do smanjenja snage sa povećanjem distance kao i to da se jake refleksije javljaju na početku i na kraju vlakna. Sa druge strane trag celokupnog linka, recimo onoga koji povezuje dva grada, može izgledati kao onaj prikazan na slici 3. Pored normalnog slabljenja ovde možemo videti i “događaje” koji se javljaju na linku kao i šum koji je prikazan na kraju veze.

Tipična dužina proizvedenog optičkog vlakna iznosi 2 km. Kako su rastojanja između mesta koja treba povezati uglavnom veća od ove dužine, potrebno je ostvariti povezivanje ovih vlakana. Kako bi se ovo ostvarilo koristimo jednu od tri najčešće korišćene tehnike: mehaničko spajanje, spajanje pomoću konektora i fuziono spajanje. Metode mehaničkog spajanja i zatapanja u električnom luku formiraju stalnu konekciju dva vlakna

dok povezivanje pomoću konektora donosi određenu fleksibilnost usled toga što je ovom tehnikom omogućeno lako spajanje i razdvajanje vlakana. Osnovni zahtev koji se stavlja pred ove tehnike jeste da dodatni šum koji one unose bude minimalan. Fuzionni splajs predstavlja nereflektujući “događaj” i on je prikazan na slici 4. U današnje vreme se ostvaruju tako kvalitetni splajsevi da su oni na monitoru OTDR-a skoro nevidljivi. U slučaju lošeg splajsa može doći će do određene refleksije. Za neke splajseve na ekranu OTDR-a možemo videti da je došlo do povećanja optičke energije tj. pojačanja signala. Ovo se dešava usled različitih koeficijenata rasejanja vlakna pre i nakon izvršenog splajsovanja. Ovaj slučaj je prikazan na slici 5.



Slika 4. *Trag fuzionog splajsa*



Slika 5. *Povećanje optičke energije na fuzionom splajsu*

OTDR može vršiti merenje samo u određenom broju tačaka. Ove tačke se nazivaju tačke semplovanja i za OTDR čije karakteristike iznosimo u ovom izlaganju njihov broj iznosi 15.710. Ovo je broj tačaka u kojima se može izvršiti merenje, a razmak između njih zavisi od dužine linka koji se testira. Rezolucija semplovanja predstavlja razmak između dve susedne tačke semplovanja. Marker , kojima selektujemo željeno mesto merenja, se mogu postaviti samo u tačke semplovanja. U cilju preciznijeg postavljanja markera može se smanjiti raspon na kome se vrši merenje [4].

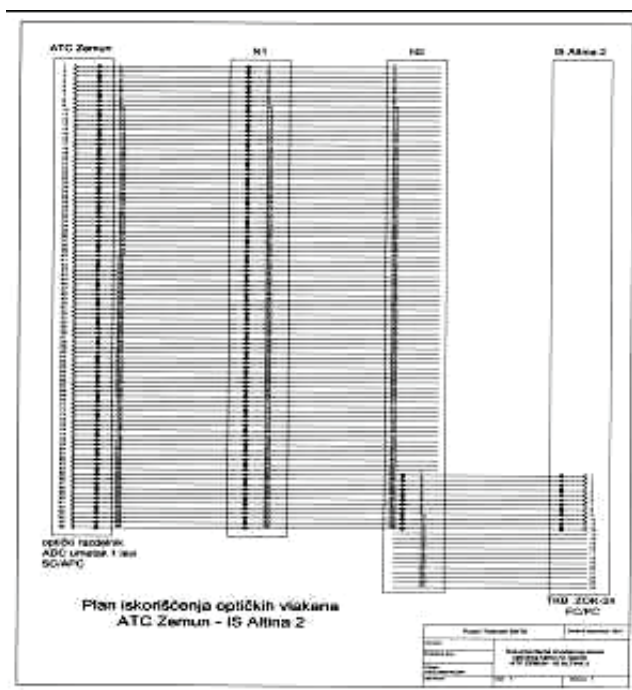
3.2. Merenje sa terena

U nastavku su opisana merenja OTDR uređajem dobijena od saradnika iz *Pupin-Telecom*-a. Merenja se odnose na gubitke celokupnog optičkog linka koji povezuje glavnu centralu u Zemunu sa naseljem Altina. Za merenja je korišćen OTDR uređaj firme *JDSU*.

U cilju povezivanja naselja Altina sa glavnom centralom u Zemunu (*ATC Zemun*) postavljen je novi optički kabel unutar koga su smeštena 24 optička vlakna.

Kao što smo ranije napomenuli tipična dužina fabričkog vlakna iznosi oko 2 km. Kako je rastojanje između *ATC Zemun* i naselja Altina veće od 2 km, javila se potreba za spajanjem većeg broja vlakana. Ovo spajanje izvršeno je fuzionim splajsom, pri čemu su bila dovoljna dva spajanja kako bi se dosegla željena destinacija. Ključne tačke ovog optičkog linka označene su sa *ATC Zemun-N1-N2-IS Altina 2* i njegova ukupna dužina iznosi 4727 m. Blok šema optičkog linka *ATC Zemun-IS Altina* prikazana je na slici 6.

Tabela 1 odnosi se na novopostavljeni optički kabl koji povezuje nastavak N2 sa krajnjom destinacijom optičkog linka-naseljem Altina. Ovaj kabl ima svega 24 optička vlakna pri čemu je svega njih 12 aktivno, dok je ostalih 12 ostavljeno za slučaj povećanja kapaciteta. Prva merenja su izvršena dok je kabl bio na koturu, a u drugoj koloni se naleze merenja koja su obavljena nakon polaganja ovog optičkog kabla pod zemlju.



Slika 6. Šema povezivanja ATC Zemun-IS Altina

Merenje kablova pre polaganja

Proizvođač: Pireli
Godina proizvodnje: 2001.
Instrument: Tektronix OTDR
Tip i konstrukcija kablova: TOSM 03 (4X6)XIX0,4X3,5XCMA
Dužina kablova: 1746 m
Indeks prelamanja: 1.4681

Tabela 3

Broj vlakna	Boja vlakna	Lokacija	Pre polaganja			Posle polaganja		
			Pupin Telecom			Između N2 i I.S. Altina 2		
			Podužno slabljenje (dB/km)			Podužno slabljenje (dB/km)		
		Boja i broj cevčice	1300nm	1550nm	Optička dužina (m)	1300nm	1550nm	Optička dužina (m)
1	crvena	Bela 1	0,35	0,21	1746	0,34	0,21	1767
2	zelena		0,33	0,20	1746	0,36	0,20	1767
3	plava		0,35	0,22	1746	0,33	0,20	1767
4	žuta		0,35	0,21	1746	0,34	0,22	1767
5	siva		0,34	0,23	1746	0,36	0,23	1767
6	ljubičasta	Bela 2	0,36	0,20	1746	0,35	0,21	1767
7	crvena		0,34	0,20	1746	0,34	0,22	1767
8	zelena		0,35	0,20	1746	0,33	0,21	1767
9	plava		0,35	0,21	1746	0,33	0,21	1767
10	žuta		0,36	0,19	1746	0,35	0,21	1767
11	siva	Bela 3	0,35	0,23	1746	0,35	0,21	1767
12	ljubičasta		0,35	0,22	1746	0,35	0,20	1767
13	crvena		0,34	0,20	1746	0,35	0,22	1767
14	zelena		0,34	0,21	1746	0,36	0,21	1767
15	plava		0,34	0,22	1746	0,34	0,20	1767
16	žuta	Bela 4	0,33	0,21	1746	0,36	0,20	1767
17	siva		0,35	0,20	1746	0,34	0,20	1767
18	ljubičasta		0,34	0,22	1746	0,34	0,20	1767
19	crvena		0,36	0,23	1746	0,35	0,20	1767
20	zelena		0,36	0,23	1746	0,35	0,21	1767
21	plava	Bela 4	0,34	0,21	1746	0,34	0,21	1767
22	žuta		0,34	0,22	1746	0,34	0,22	1767
23	siva		0,33	0,19	1746	0,35	0,21	1767
24	ljubičasta		0,33	0,22	1746	0,34	0,23	1767

Tabela 1- Podužno slabljenje pre i posle polaganja

Merenja gubitaka vrše se i prilikom izrade nastavaka na optičkom kablov tj. prilikom spajanja dva vlakna. Obično se prikazuju u odgovarajućim tabelama.

Za postupak spajanja potrebne su dve ekipe, jedna koja vrši spajanje dva vlakna i druga, na suprotnom kraju linka, koja vrši merenje pomoću OTDR uređaja. Ove dve ekipe su u stalnoj radio vezi. Svaki od operatera definiše maksimalne vrednosti gubitaka koje toleriše za splajs, a za Telekom Srbija ova vrednost iznosi 0.25 dB/km. Nakon što se izvrši spajanje javlja se ekipi sa OTDR uređajem i ona vrši merenje gubitaka na novonastalom splajsu. Ukoliko su gubici manji od propisane vrednosti spajanje je uspešno izvršeno. U suprotnom, spajanje se ponavlja. Kao što smo napomenuli za kapacitete Altine bilo je dovoljno 12 optičkih vlakana.

Vrednosti na splajsu kreću oko 0.03 dB. Ovde imamo dva zanimljiva slučaja. Prvi se odnosi na negativne vrednosti gubitaka na splajsu, što ustvari znači da dolazi do pojačanja signala na tom splajsu. Ovo se dešava usled različitih koeficijenata rasejanja vlakna pre i nakon izvršenog splajsovanja. Ovo ujedno predstavlja jedini slučaj kada je OTDR-om potrebno izvršiti merenje na oba kraja optičkog linka. Za konačni rezultat se uzima aritmetička sredina ova dva merenja. Drugi zanimljiv slučaj odnosi se na pojavu slabljenja koje prevazilazi dozvoljeno. Nakon izvršena dva nova spajanja, bez željenih rezultata, o ovom slučaju obavešten je operator koji dalje određuje šta će se usled toga preduzeti.

Slabljenje na vlaknima optičkog kablova meri se OTDR uređajem i test izvorom [4]. Usled kvalitetnije izrade, ukupno slabljenje mereno OTDR-om je manje od onog merenog test izvorom. Sa druge strane, rezultati ukupnog slabljenja mereni test izvorom daju realniji prikaz slabljenja u sistemu.

4. ZAKLJUČAK

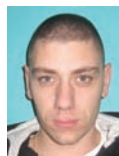
Na osnovu izvršenih merenja možemo zaključiti da je podužno slabljenje manje za veće talasne dužine korišćene svetlosti i da se ono kreće od ~0.35 dB/km pri talasnoj dužini od 1300 nm dok u slučaju talasne dužine 1550 nm ono iznosi ~0.20 dB/km. Kako OTDR omogućava merenja dužine optičkog vlakna, na osnovu izvršenih merenja, vidimo da je standardna dužina optičkog vlakna na terenu oko 2 km. U slučaju većih razdaljina primorani smo da izvršimo splajsovanje.

Optički sistemi su sve rasprostranjeniji i definitivno predstavljaju budućnost kada je u pitanju visokokvalitetan prenos informacija velikog protoka za najrazličitije namene.

5. LITERATURA

- [1] Jim Hayes, *Fiber Optics Technician's Manual*, Delmar Cengage Learning, 2000.
- [2] John M. Senior, *Optical Fiber Communications*, , Prentice Hall, 1985.
- [3] Gilbert Held, *Deploying Optical Networking Components*, McGraw Hill, 2001.
- [4] E6000CMini-OTDR User's Guide, Katalog firme Agilent Technologies, 2002
- [5] <http://en.wikipedia.org>

Kratka biografija:



Aleksandar Parabucki rođen je u Beogradu 1981. god. U Beogradu je završio Elektrotehničku školu "Nikola Tesla. Trenutno završava diplomatske - master studije iz oblasti telekomunikacija.



Željen Trpovski rođen je u Rijeci, 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Od 2004. ima zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

PROJEKTOVANJE I IMPLEMENTACIJA APLIKACIJE ZA TESTIRANJE
OPTIMIZACIONIH ALGORITAMA „ALGOTEST“DESIGN AND IMPLEMENTATION OF APPLICATION FOR BENCHMARKING OF
OPTIMIZATION ALGORITHMS “ALGOTEST”

Darko Ivanović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je aplikacija za testiranje i poređenje optimizacionih algoritama. Prvenstveno su obuhvaćeni populacioni algoritmi, ali je pristup dovoljno opšti da je moguća primena i na ostale vrste optimizacionih postupaka. Aplikacija je implementirana u programskom jeziku C#, a za bazu podataka upotrebljen je Firebird SQL. Za potrebe demonstracije implementirane su i testirane tri varijante PSO (Particle Swarm Optimization) algoritma i formirana je demonstraciona baza podataka.

Abstract – This paper presents an application for optimization algorithms benchmarking. The paper focuses mainly on population-based algorithms, but the approach is general enough for use with other optimization procedures. Application is implemented using C# programming language and Firebird SQL is chosen for database storage. For demonstration purposes, three variants of PSO (Particle Swarm Optimization) algorithm have been implemented and tested, and a demonstration database has been created.

Ključne reči: optimizacija, testiranje algoritama, PSO, C#, .NET

1. UVOD

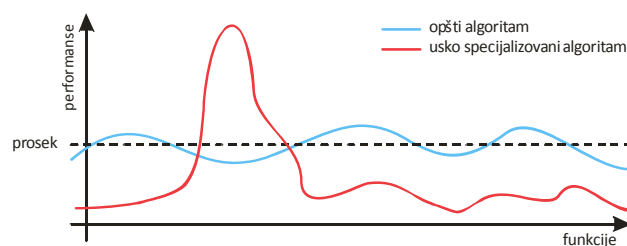
1.1. Zašto testiranje algoritama?

Razvoj velikog broja optimizacionih algoritama nameće nam potrebu za analizu njihovih osobina i međusobno poređenje performansi.

Efikasnost jednog optimizacionog algoritma u odnosu na drugi nije moguće utvrditi jednostavnim poređenjem broja funkcija za koje jedan algoritam daje bolje rezultate nego drugi. Tzv. „No Free Lunch“ teoreme pokazuje da ukoliko uporedimo rezultate dobijene primenom bilo koja dva optimizaciona algoritma nad skupom svih mogućih funkcija dobićemo da su u proseku njihove performanse iste [1], [2]. Drugim rečima, ako algoritam A ima bolje performanse nego algoritam B kada se primeni nad nekim skupom funkcija, onda mora da postoji neki drugi skup sa istim brojem funkcija nad kojim algoritam B ima bolje performanse nego algoritam A.

Na osnovu prethodno navedenih zaključaka možemo reći da usko specijalizovani algoritam koji daje odlične

rezultate nad nekim manjim skupom funkcija u proseku ima iste performanse kao i opšti algoritam koji ima podjednake performanse nad skupom svih funkcija (Slika 1).



Slika 1. Ilustracija No Free Lunch teoreme

Kao poseban problem se izdvaja određivanje skupa test funkcija, takvog da je na osnovu rezultata primene algoritama nad datim funkcijama moguće suditi o primenljivosti algoritma na određenu klasu problema. Testiranje algoritama predstavlja jedan od osnovnih alata za analizu performansi optimizacionih algoritama i kao takvo čini predmet ovog rada.

1.2. Proces testiranja algoritama i test funkcije

Većina uspešnih globalnih optimizacionih postupaka (postupci koji ne pretpostavljaju konveksnost ili unimodalnost kriterijuma optimalnosti) su stohastički po svojoj prirodi. Posledično, testiranje algoritama se sastoji od višestrukog izvršavanja algoritama nad odabranim skupom test funkcija i statističke analize dobijenih rezultata. Uobičajno je da se porede rezultati višestrukih izvršavanja različitih algoritama i/ili rezultati izvršavanja različitih instanci istog algoritma (izvršavanja sa različitim vrednostima parametara algoritma). Za osnovnu ocenu performanse algoritma koriste se: srednja vrednost, medijana, varijansa i standardna devijacija rezultata. Naravno, i drugi statistički pokazatelji mogu biti korišteni ali se to u praksi retko čini. Pored navedenih statističkih veličina zanimljivi su i podaci vezani za efikasnost algoritama, najpre vreme izvršavanja (koje se može meriti prosečnim brojem iteracija potrebnih da algoritam postigne odgovarajuću tačnost) i memorijski zahtevi.

Test probleme možemo podeliti na dve grupe:

- 1) Problemi optimizacije bez ograničenja
- 2) Problemi optimizacije sa ograničenjima

Od praktičnog značaja za ovaj rad je mogućnost svođenja optimizacije funkcije sa ograničenjima na optimizaciju funkcije bez ograničenja korišćenjem klasične metode kaznenih funkcija. Početni problem se menja tako da kada su ograničenja prekršena vrednost kriterijuma se uvećava

NAPOMENA:

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

za neki veliki broj koji može, ali u opštem slučaju i ne mora biti proporcionalan stepenu prekoračenja ograničenja. Ukoliko je proporcionalnost moguće ostvariti, to je dobro, jer se onda algoritam navodi ka oblasti u kojoj su ograničenja zadovoljena. Ovo je naročito bitno kod algoritama koji koriste gradijent funkcije, ali nije bez značaja ni kod PSO-a i drugih sličnih algoritama. Test funkcija korišćene u ovom radu date su u Tabeli 1.

Sferna funkcija	$f(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2$
Aklijeva funkcija	$f(x) = 20 + e - 20e^{-0.2\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n x_i^2}} - e^{\sum_{i=1}^n \cos(2\pi \cdot x_i)} + 20 + e$
Rastriginova funkcija	$f(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2 - 10 \sum_{i=1}^n \cos(2\pi \cdot x_i) + 10 \cdot n$
Rozenbrokova funkcija	$f(x) = \sum_{i=1}^{n-1} (100 \cdot (x_{i+1} - x_i^2))^2 + (x_i - 1)^2$
Grivankova funkcija	$f(x) = \sum_{i=1}^n \frac{x_i^2}{4000} - \prod_{i=1}^n \cos\left(\frac{x_i}{\sqrt{i}}\right) + 1$

Tabela 1. Test funkcije

1.3. Aplikacija za testiranje optimizacionih algoritama

Aplikacije za testiranje optimizacionih algoritama nastala je iz potrebe da se proces testiranja algoritama olakša, ubrza i standardizuje.

Ciljevi sistema:

- 1) Olakšavanje i automatizacija izvršavanja testova
- 2) Olakšavanje analize rezultata
- 3) Struktuirano čuvanje algoritama, test funkcija, testova kao i istorije njihovog izvršavanja

Sistem nam omogućava sledeće funkcije:

- 1) Formiranje biblioteke optimizacionih algoritama
- 2) Formiranje biblioteke test funkcija sa ograničenjima i bez ograničenja
- 3) Formiranje biblioteke testova (jedan test predstavlja skup test funkcija)
- 4) Izvršavanje testova i čuvanje rezultata testova
- 5) Statističku obradu rezultata testova
- 6) Pregled rezultata testova po različitim kriterijumima

Sistem za testiranje optimizacionih algoritama je izrađen u *Microsoft.NET* tehnologiji, korišćenjem programskog jezika *C#*. Ova tehnologija nam omogućava da biblioteku algoritama možemo formirati od algoritama razvijenih u velikom broju jezika koji su bazirani na *Common Language Runtime*-u (*C#*, *Managed C++*, *Visual Basic*, *Delphi Prism*, *Iron Python*, itd.). Pored toga, imamo i mogućnost lakog povezivanja sa drugim sistemima koji se koriste u razvoju optimizacionih algoritama korišćenjem podrške za *COM* tehnologiju (*Matlab*). Ovo povezivanje nije obuhvaćeno ovim radom ali je proširenje u tom smeru moguće. Grafički korisnički interfejs je izrađen

korišćenjem *WinForms* biblioteke, a za sistem za upravljanje bazom podataka izabran je *Firebird SQL*.

2. FUNKCIONALNI OPIS APLIKACIJE

Funkcionalnost sistema možemo podeliti na sledeće celine:

- 1) Rad sa AlgoTest bazama podataka
- 2) Rad sa bibliotekom algoritama
- 3) Rad sa bibliotekom test funkcija
- 4) Rad sa bibliotekom testova
- 5) Izvršavanje testova, pregled izvršavanja testova i pregled rezultata

2.1. Rad sa AlgoTest bazama podataka

AlgoTest baza podataka predstavlja skup algoritama, test funkcija, testova i istorijata izvršavanja testova. Aplikacija omogućava rad sa proizvoljnim brojem baza podataka. Korisniku je omogućeno da na jednostavan način kreira novu bazu, kao i da otvori neku postojeću. Ovakva funkcionalnost je moguća zbog osobine *Firebird SQL*-a da sve podatke čuva u jednoj datoteci.

2.2. Rad sa bibliotekom algoritama

Biblioteka algoritama se formira registracijom implementacije algoritma u binarnom obliku. Aplikacija definiše konvenciju na osnovu koje se u okviru nekog *assembly*-ja pronalaze metode koje predstavljaju moguće implementacije algoritama. Metode čija deklaracija ima osobine navedene u nastavku teksta smatramo implementacijom nekog optimizacionog algoritma:

- Metod mora da bude statički i da ima dva parametra.
- Prvi parametar mora da bude proizvoljna klasa koja ima podrazumevani (*default*) konstruktor (ova klasa predstavlja parametre algoritma).
- Drugi parametar mora da bude delegat koji prima jedan parametar tipa *double[]* i vraća vrednost tipa *double* (ovaj delegat predstavlja realnu funkciju realnog vektora, odnosno niza realnih promenljivih).
- Povratna vrednost funkcije mora da bude tipa *double[]* (predstavlja optimum koji je algoritam pronašao)

Prilikom registracije algoritma korisniku je omogućeno da specificira putanju do *assembly*-ja i da izabere jedan od metoda koje zadovoljavaju gore navedenu konvenciju. Takođe, u cilju bolje organizacije biblioteke omogućeno je formiranje hijerarhije grupa i podgrupa registrovanih algoritama.

2.3. Rad sa bibliotekom test funkcija

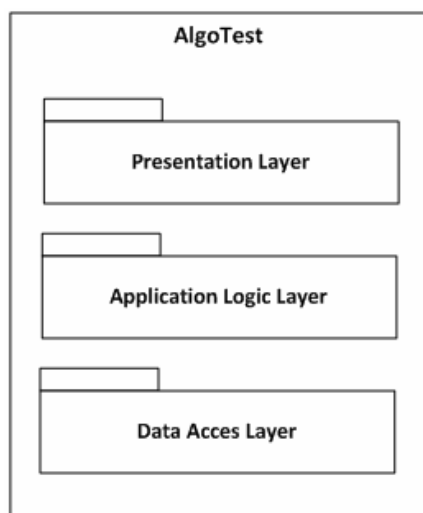
Test funkcije i ograničenja se zadaju u analitičkom obliku. Omogućeno je registrovanje funkcija sa proizvoljnim brojem promenljivih. Broj promenljivih definiše broj dimenzija prostora pretrage. Prilikom zadavanja ograničenja navode se i kazneni koeficijent (koji se koristi u okviru metode kaznenih funkcija). Kao i u slučaju biblioteke algoritama i ovde je omogućeno, formiranje hijerarhije grupa i podgrupa registrovanih test funkcija.

2.4. Rad sa bibliotekom testova

Test predstavlja unapred definisan skup test funkcija nad kojim se izvršava određeni algoritam. Korisniku je omogućeno da formira proizvoljan broj testova koje je moguće hijerarhijski organizovati u biblioteci na isti način kao i algoritme i test funkcije. Prilikom izvršavanja testa, korisnik bira test koji želi da izvrši, bira algoritam, zadaje parametre algoritma i broj ponavljanja testa. Rezultate testiranja je moguće sačuvati u bazi podataka i naknadno pregledati i analizirati.

3. ARHITEKTURA APLIKACIJE

Aplikacija AlgoTest je realizovana kao klasična *rich desktop* aplikacija, koja koristi *embedded RDBMS* (relacioni sistem za upravljanje bazom podataka koji predstavlja integralni deo aplikacije) za čuvanje podataka. Osnovnu arhitekturu aplikacije čine tri logička i jedan fizički sloj:



Slika 2. Arhitektura aplikacije

Za implementaciju prezentacionog sloja (*Presentation Layer*) korišćena je *Windows Forms* tehnologija i *Presentation Model* patern. Sloj aplikacione logike (*Application Logic Layer*) je implementiran po uzoru na *Transactional Script* patern, dok je za sloj za pristup podacima (*Data Access Layer - DAL*) upotrebljen *Data Access Object (DAO)* patern.

Prezentacioni sloj se sastoji iz pogleda (*view*) i njihovih prezentacionih modela (*presentation model*). Pogledi su realizovani ili kao obrasci (*form*) ili kao korisničke kontrole (*user control*). Svaki pogled ima svoj odgovarajući prezentacioni model. Pogled ima referencu na model, dok model nema vezu sa pogledom koji ga u nekom trenutku prikazuje.

Sloj aplikacione logike se sastoji iz klasa koje predstavljaju pojmove iz domena koji obrađujemo: **algoritam**, **test funkcija**, **test** i **izvršavanje testa**. Takođe, ovaj sloj čine i klase koje implementiraju *Transactional Script* patern i koje odgovaraju svakom od pomenutih pojmova.

Sloj za pristup podacima je veoma jednostavan i čini ga jedan centralni objekat koji predstavlja implementaciju *Data Access Object* paternu.

4. REZULTATI TESTOVA

Za demonstraciju primene aplikacije za testiranje optimizacionih algoritama izabrali smo tri varijante *PSO* algoritma: *PSO-TVAC* [3], *PSO-WXIETA* [4] i *GPSO* [5]. Za svaki od algoritama smo izveli po nekoliko eksperimenata sa različitim parametrima. Formirali smo test koji se sastojao od pet funkcija o kojima je takođe bilo reči u uvodu: sferna funkcija, Aklijeva funkcija, Rastriginova funkcija, Rosenbrokova funkcija i Grivankova funkcija (Tabela 1.). Korišćeni su 5-to dimenzioni oblici ovih funkcija. Za sve eksperimente je zajedničko da je broj čestica 50, broj iteracija 1000, a dimenzija prostora pretraživanja je 5. U nastavku su navedene tabele sa detaljnom specifikacijom parametara i rezultata testova (najbolji rezultati su istaknuti zelenom pozadinom dok su najlošiji istaknuti crvenom).

	Oznaka	w	cp	cg	v _{max}
PSO-TVAC	S01	0.9 → 0.4	2	2	∞
	S02	0.9 → 0.4	2	2	4
	S03	0.9 → 0.4	2	2	0.4
	S04	0.9 → 0.4	2.5 → 0.5	0.5 → 2.5	∞

Tabela 2. Parametri za PSO-TVAC

	Oznaka	w	ξ	η	v _{max}
PSO-WXIETA	S05	0.9 → 0.4	0.5	1	∞
	S06	0.9 → 0.4	0.7 → 0.4	1	∞
	S07	0.9 → 0.4	0.5	1/2.5 → 2.5	∞
	S08	0.9 → 0.4	0.5	1/5 → 5	∞
	S09	0.9 → 0.4	0.7 → 0.4	1/5 → 5	∞

Tabela 3. Parametri za PSO-WXIETA

	Oznaka	ρ	ξ	c	v _{max}
GPSO	S10	0.95 → 0.4	0.2	0.8 → 0.2	∞
	S11	0.95 → 0.4	-0.6 → 0.4	0.8 → 0.2	∞

Tabela 4. Parametri za GPSO

Sferna funkcija			
	Srednja vrednost	Medijana	Stand. Devijacija
S01	3.349609E-10	4.848384E-11	6.665846E-19
S02	1.905335E-10	1.216950E-11	5.092343E-19
S03	9.388415E-13	1.920983E-13	4.934585E-24
S04	1.504026E-60	1.030424E-61	2.439383E-119
S05	5.771607E-61	2.500561E-62	3.799317E-120
S06	1.955445E-65	3.899751E-66	2.303431E-129
S07	3.669102E-54	3.563727E-56	6.207214E-106
S08	1.404335E-49	1.573561E-51	1.308385E-96
S09	1.063984E-54	8.172489E-56	8.917886E-108
S10	1.282129E-33	3.814114E-46	8.869910E-65
S11	4.086036E-27	5.201780E-42	1.654820E-51

Tabela 5. Rezultati za sfernu funkciju

Rozenbrokova funkcija			
	Srednja vrednost	Medijana	Stand. devijacija
S01	3.157588E+00	3.204837E+00	1.765342E+00
S02	3.183468E+00	3.315296E+00	5.240373E-01
S03	3.117624E+00	3.179336E+00	1.074465E+00
S04	2.344684E+00	2.106043E+00	1.220928E+00
S05	2.558302E+00	2.307783E+00	2.312071E+00
S06	2.760829E+00	2.606596E+00	1.913667E+00
S07	2.577172E+00	2.276641E+00	1.743044E+00
S08	2.594036E+00	2.300617E+00	2.279915E+00
S09	2.657285E+00	2.477934E+00	2.571808E+00
S10	3.479204E+00	4.028017E+00	2.135936E+00
S11	3.187886E+00	3.505086E+00	1.791109E+00

Tabela 6. Rezultati za Rozenbrokovu funkciju

Akljeva funkcija			
	Srednja vrednost	Medijana	Stand. devijacija
S01	2.507271E-05	1.188394E-05	9.671858E-10
S02	1.249865E-05	8.336522E-06	1.852675E-10
S03	1.221907E-06	6.964038E-07	1.437611E-12
S04	3.677059E-15	3.996803E-15	1.299150E-30
S05	3.321787E-15	3.996803E-15	1.962112E-30
S06	3.357314E-15	3.996803E-15	2.136777E-30
S07	3.641532E-15	3.996803E-15	1.657405E-30
S08	3.996803E-15	3.996803E-15	1.784897E-30
S09	3.783640E-15	3.996803E-15	1.739000E-30
S10	3.292447E-02	3.996803E-15	5.365356E-02
S11	4.938671E-02	3.996803E-15	7.965911E-02

Tabela 7. Rezultati za Akljevu funkciju

Grivankova funkcija			
	Srednja vrednost	Medijana	Stand. devijacija
S01	5.070364E-02	5.510298E-02	2.248269E-04
S02	2.424532E-02	6.013203E-10	7.557105E-04
S03	3.857208E-03	6.017409E-14	1.996622E-04
S04	3.581693E-02	5.510298E-02	6.977444E-04
S05	5.074566E-02	5.510298E-02	1.158052E-03
S06	5.179680E-02	5.510298E-02	1.729793E-04
S07	4.959268E-02	5.510298E-02	2.760307E-04
S08	5.072065E-02	5.510298E-02	1.160552E-03
S09	5.510298E-02	5.510298E-02	1.814654E-32
S10	5.210398E-02	5.510298E-02	6.220346E-03
S11	4.489124E-02	5.510298E-02	4.653575E-03

Tabela 8. Rezultati za Grivankovu funkciju

Rastriginova funkcija			
	Srednja vrednost	Medijana	Stand. devijacija
S01	9.651578E-01	1.001201E+00	1.123048E+00
S02	3.236884E-01	2.769256E-03	3.049154E-01
S03	2.865486E+00	2.984877E+00	3.005402E+00
S04	1.485593E+00	9.949591E-01	2.162018E+00
S05	1.483274E+00	9.949597E-01	4.009146E+00
S06	2.089914E+00	1.989918E+00	5.010946E+00
S07	1.393868E+00	9.949591E-01	3.303680E+00
S08	1.504000E+00	9.949591E-01	7.958150E+00
S09	2.651427E+00	9.949591E-01	1.979494E+01
S10	5.501419E+00	4.974897E+00	1.149761E+01
S11	5.543423E+00	5.000570E+00	1.050738E+01

Tabela 9. Rezultati za Rastriginovu funkciju

5. ZAKLJUČAK

Ovaj rad prikazuje arhitekturu i implementaciju originalne aplikacije za testiranje optimizacionih algoritama, nazvane AlgoTest. Ova aplikacija ispunjava osnovne ciljeve koji su pred nju postavljeni, tj. olakšava, ubrzava i standardizuje proces testiranja različitih optimizacionih algoritama. Prikazane su različite tehnike potrebne za implementaciju ovakvog sistema. Takođe, demonstrirane su mogućnosti *Microsoft.NET* tehnologije koja se pokazala kao adekvatan izbor za implementaciju rešenja ovog tipa. Funkcionalnost je demonstrirana na primeru tri varijantne PSO algoritma koji su testirani na osnovnom skupu test funkcija.

4. LITERATURA

- [1] Wolpert, D. H., Macready, W. G., "No Free Lunch Theorems for Search", Technical Report SFI-TR-95-02-010 (Santa Fe Institute), 1995
- [2] Wolpert, D. H., Macready, W. G., "No Free Lunch Theorems for Optimization", IEEE Transactions on Evolutionary Computation 1, 67, 1997
- [3] Ratnaweera, A., Halgamuge, S.K., Watson, H. C.: "Self-organizing hierarchical particle swarm optimizer with time-varying acceleration coefficients", IEEE Transactions on Evolutionary Computation 8(3), 2004
- [4] Milan R. Rapaić, Željko Kanović, "Time-varying PSO – convergence analysis, convergence-related parameterization and new parameter adjustment schemes", Information Processing Letters 109, 2009, 548–552
- [5] Milan R. Rapaić, Željko Kanović, Zoran D. Jeličić, Dušan Petrovački, „Generalized PSO algorithm — an application to Lorenz system identification by means of neural-networks“, Faculty of Technical Science, Novi Sad, 2008

Kratka biografija:



Darko Ivanović rođen je u Novom Sadu 1978. godine. Diplomski - master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Računarske nauke i informatika odbranio je 2010. godine.

REALIZACIJA RF STEKA ZA SIGURNU KOMUNIKACIJU BAZIRANA NA CC1101 ČIPU I ARM7 PROCESORU

IMPLEMENTATION OF RF STACK FOR SECURE COMMUNICATION BASED ON CC1101 AND ARM7 PROCESSOR

Zoran Radmilović, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada predstavljena je implementacija RF stek-a, za sigurnu komunikaciju dva ili više uređaja. Nakon opisa CC1101 čipa, dat je pregled kriptografskih algoritama za privatnost komunikacionog kanala kao i zaštitu od ometanja u razmjeni informacija korišćenjem tehnika prenosa u širokom spektru.

Abstract – This paper represents implementation of RF stack, for secure communication between two or more devices. After describing the CC1101, a detailed description is given on cryptographic algorithms for communication privacy and also jamming protection in information exchange procedures using spread spectrum techniques.

Ključne reči: Bežična komunikacija, RSA, RC4, FHSS, CC1101, ARM7.

1. UVOD

Ovaj rad je proistakao iz potrebe za realizacijom bežičnog modula lakog za integraciju u već postojeće embeded sisteme koji zahtjevaju bežičnu komunikaciju. Cilj je bio realizovati što jeftiniji digitalni modul sa minimalnim brojem dodatnih komponenti potrebnih za pouzdan rad u sistemima kratkog komunikacijskog dometa, a u isto vrijeme zadržati sve mogućnosti čipa, kao i ujedno očekivane performanse u prenosu podataka. Važan aspekt izrade rada stavljen je na lakoću izrade samog hardvera bežičnog modula, kao i korišćenja procedura napisanih za implementaciju u već postojeći firmver. S obzirom na to da je bežična komunikacija u najvećem broju slučajeva vezana za baterijski napajane sisteme, biblioteke su optimizovane u pogledu uštede na baterijama.

Komunikacija može biti definisana kao razmjena informacija. Telekomunikacije predstavljaju komunikaciju preko razdaljina većih nego što bi to bilo moguće bez dodatne upotrebe elektronike, a komunikacije se odigravaju prostiranjem signala kroz provodnike, optička vlakna ili vazduh koristeći elektromagnetne talase.

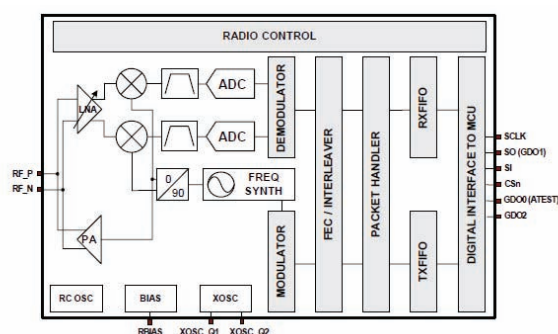
Danas, komunikacije ulaze u naše živote na mnoge različite načine. U svakom slučaju, lista aplikacija koja uključuje upotrebu komunikacija u jednom ili drugom obliku je beskonačna. Moderan život zahtjeva pouzdane, ekonomske i efikasne komunikacije.

NAPOMENA:

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

2. CC1101

Čip CC1101 je niskobudžetni primopredajnik za frekven-
cijski opseg ispod 1GHz. Dizajniran je za implementaciju
u projekte koje zahtijevaju bežičnu komunikaciju sa
veoma malom potrošnjom, tako da je pogodan za bate-
rijski napajane uređaje. Kolo je prvenstveno namijenjeno
za implementaciju u projekte usko povezane sa industrij-
skim, naučnim i medicinskim uređajima, koji nemaju
velike zahtjeve u pogledu komunikacijskog dometa.
CC1101 može biti konfigurisan da radi sa optimalnim
performansama u različitim aplikacijama. Interna struk-
tura je prikazana na slici 1, dok se detaljnije informacije o
samom čipu mogu vidjeti u literaturi [1].



Slika 1. *Interna struktura CC1101*

CC1101 može biti konfigurisan da radi sa optimalnim performansama u različitim aplikacijama. Unutar čipa je integrisan *baseband* modem, čiji su parametri u potpunosti programabilni. Od ključnih parametara koji mogu da se konfigurišu mogu da se navedu mod rada (transmisija ili prijem), osnovna frekvencija rada, izbor kanala kao i njegova širina, izbor modulacije, brzina protoka podataka, snaga zračenja pri transmisiji, zatim potpuna hardverska obrada paketa na prijemu.

Konfiguracija svih navedenih parametara obavlja se nakon resetovanja čipa, a vrijednosti koje je potrebno upisati u odgovarajuće registre moguće je dobiti iz oficijelnog softvera *SmartRF Studio* koji na osnovu konfigurisanih parametara generiše fajl sa potrebnim vrijednostima. Korišćenje softvera za inicijalizaciju čipa otklanja mogućnost sitnijih propusta usled upisivanja vrijednosti u registre direktno iz dokumentacije.

CC1101 ima ugrađenu hardversku podršku za radio komunikaciju baziranu na paketima. U zavisnosti da li radi u modu emitovanja ili prijema, čip ima određene mogućnosti za obradu sirovih podataka. Tako pri transmisiji, hardver po mogućnosti dodaje automatski određen

broj bajtova preambule, koji je korisnički programabilan, dva bajta sinhronizacije i CRC sumu radi provjere ispravnosti poslanog paketa. Pri prijemu paketa hardver će dekonstruisati primljeni paket na sledeći način: detektovati preambulu, sinhronizacionu riječ, izračunati i provjeriti CRC sumu, provjeriti adresu prijemnika i provjeriti dužinu paketa.

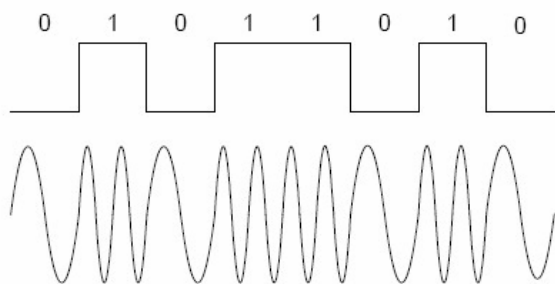
Superheterodinski prijemnik koristi princip miješanja pristiglog signala sa signalom generisanim pomoću lokalnog oscilatora. Međutim, umjesto sinhronizovanja ove dvije frekvencije, ovakav prijemnik koristi frekvenzijski ofset lokalnog oscilatora pomoću fiksne frekvencije poznate kao *intermediate frequency (IF)* iz željenog signala.

Bez obzira da li je frekvencija pridošlog signala veća ili manja od frekvencije generisane lokalnim oscilatorom, generiše se identična razlika ove dvije frekvencije. Veoma je važno omogućiti filtriranje prije ulaza dolaznog signala u mikersko kolo, tako da neželjene komponente signala budu potisnute. Željena frekvencija odvaja se od ostalih pomoću razlike jednako dvostrukoj vrijednosti IF.

Upotreba ovakvih heterodinskih digitalnih kola za primopredajnike umjesto analognih ima brojne prednosti, a između ostalog možemo da dodamo i sledeće primjene:

- Digitalna stabilnost, u smislu da rad i stabilnost uređaja nisu pod uticajem spoljnih efekata poput temperature,
- Upravlјivost - naime, rad se kontroliše u potpunosti firmware-om. Lokalni oscilator može promijeniti frekvenciju oscilovanja veoma brzo bez obzira na skok.

Frequency shift keying je frekvenzijska modulacija, kod koje se frekvencija nosećeg signala mijenja u funkciji modulisanog signala. Amplituda i faza sinusoide ostaju konstantni, dok se mijenja samo frekvencija. Primer FSK signala prikazan je na slici 2.



Slika 2. FSK modulacija

U najjednostavnijem slučaju FSK modulacije, tj. binarne 2FSK modulacije, visok logički nivo predstavljen je jednom frekvencijom, dok je logička nula predstavljena drugom frekvencijom.

3. KRIPTOGRAFIJA

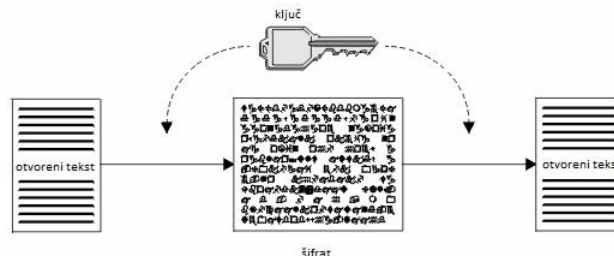
Želja za komuniciranjem u privatnosti datira još od davnih vremena. Nauka koja se bavi proučavanjem metoda za skrivanje poruka i sprečavanje drugih lica od neautorizovanih presretanja naziva se *kriptografija*.

Postoje dva opšta tipa algoritama zasnovanih na ključu i to simetrični algoritmi (*symmetric algorithms*) poznati još kao konvencionalni algoritmi. To su algoritmi kod kojih je ključ za šifrovanje ujedno i ključ za dešifrovanje, ili se na jednostavan način može izvesti iz njega i obratno.

Mnogi algoritmi imaju iste ključeve za šifrovanje i dešifrovanje. Prilikom upotrebe ovih algoritama, poznatih i kao algoritmi sa tajnim ključem (*secret-key algorithms*), prvenstveno je potrebno obezbjediti da dva korisnika koja žele da komuniciraju složeno oko kriptosistema koji koriste i upotrebe ključa prije otpočinjanja bezbjedne komunikacije na nesigurnom kanalu. Osnovni aspekt korišćenja kriptografije jeste da poruke unutar sistema zadovoljavaju sledeće:

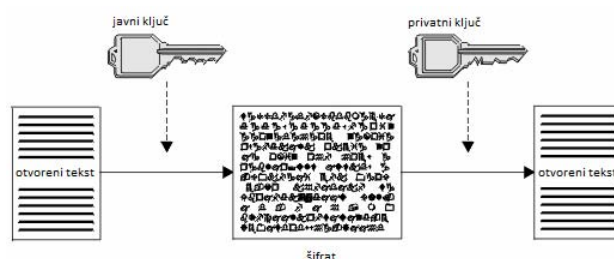
- **privatnost** - da neautorizovani korisnici van sistema ne mogu da doznaju značenje poruka i zloupotrebe njihov sadržaj u lične svrhe
- **autentičnost** - da neautorizovani korisnici van sistema ne mogu da pošalju poruku u sistem čime bi narušili integritet sistema i prouzrokovali neželjeni rad sistema, u cilju zloupotrebe ili lične koristi.

Sigurnost kriptosistema zasnovanih na algoritmima sa simetričnim ključem se zasniva isključivo na ključu, tj. na mogućnosti da se ključ održi u tajnosti, jer otkrivanjem ključa svaki korisnik može da šifrue i dešifrue poruke. Tako da možemo zaključiti da dok god imamo potrebu za tajnom komunikacijom, ključ mora ostati tajan. Više o simetričnim algoritmima može se vidjeti u tehničkom izvještaju [4], a dijagram šifrovanja i dešifrovanja prikazan je na slici 3.



Slika 3. Simetričan algoritam

Drugi vid algoritama jesu algoritmi sa javnim ključem (*public-key algorithms*), poznati još kao asimetrični algoritmi (*assymmetric algorithms*). Algoritmi su realizovani tako da se za šifrovanje i dešifrovanje iste poruke koriste različiti ključevi, s tim da može postojati više različitih javnih ili privatnih ključeva. Više detalja može se pronaći u literaturi [5] i [6]. Dijagram rada algoritama sa javnim ključem je prikazan na slici 4.



Slika 4. Algoritam sa javnim ključem

Najvažnija stavka ovakvog načina realizacije jeste da se ključ za dešifrovanje poznat kao privatni ključ (*private key*) ne može ili bar ne u nekom zadovoljavajućem vremenskom intervalu izvesti iz ključa kojim se šifruje poznatijem kao javni ključ (*public key*). Javni ključ je dostupan svima koji žele da šifruju poruku, a samo osoba koja posjeduje privatni ključ može dešifrovati poruku.

3.1. RC4

RC4 je šifra toka (*stream cipher*) sa ključem promjenljive veličine. Algoritam je uveden 1987. godine, ali je u javnost procurio tek 1994. godine. Dizajnirao ga je Ron Rivest iz firme RSA Data Security Inc. po čemu je i dobio naziv 'Ron's Code'. RC4 je u početku bio poslovna tajna, ali je u septembru 1994, neko anonimno poslao izvorni kod na listu slanja, ubrzo nakon čega se proširio na Usenet diskusionu grupu sci.crypt, a zatim na mnoge sajtove na internetu. Korisnici legalnih kopija potvrdili su autentičnost algoritma. S obzirom da više nije poslovna tajna, RC4 kao naziv i dalje ostaje zaštitni znak RSA Data Security, Inc. tako da njegova upotreba pod istoimenim nazivom nije legalna. Iz tog razloga se ovaj algoritam referiše kao ARC4 (Alleged RC4) da bi se izbjegli problemi sa pravnim aspektima korišćenja.

3.2. RSA

Osnovni koncept kriptografije sa javnim ključem izumjeli su Vitfeld Difi i Martin Helman i nezavisno od njih, Ralf Merkle. Koncept je proizašao iz ideje o ključevima koji bi mogli da se koriste u parovima, tj. ključ za šifrovanje nezavisno od ključa za dešifrovanje, s tim da je izvođenje jednog iz drugog praktično nemoguće. Ključ za šifrovanje naziva se javni ključ i svako ko ima javni ključ može da šifruje poruku, ali ne može da je dešifruje uz pomoć istoga. Jedino osoba sa privatnim ključem može da dešifruje tu poruku. Ovakav koncept kriptografije prvi put je stavljen u opticaj 1976. godine, od kada je objavljeno mnoštvo algoritama sa javnim ključem, ali samo mali broj njih su istovremeno i sigurni i praktični. U suštini, svi algoritmi zasnovani na javnom ključu su spori, tako da se koriste samo za upravljanje ključevima sesije, a dalji proces kriptovanja zasniva se na simetričnim algoritmima.

4. PRENOS U ŠIROKOM SPEKTRU

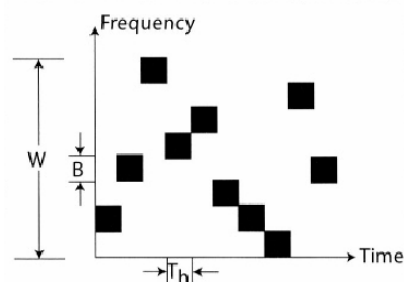
Konvencionalni telekomunikacioni uređaji fiksne frekvencije dizajnirani su da vrše primopredaju informacija na samo jednom kanalu. Ova činjenica ih čini veoma ranjivim u današnjem razvoju telekomunikacionih uređaja u pogledu kako sigurnosti, tako i pouzdanosti prenosa informacija u komunikacionom kanalu.

Pri prenosu informacija na fiksnom kanalu, tj. jednoj definisanoj frekvenciji, ukoliko se u blizini nalazi drugi predajnik koji emituje signal na istoj frekvenciji, prijemnik neće primiti samo signal koji mu je namijenjen, već i signal od drugog predajnika, čime će se izdvojiti informacija iz kombinacije ova dva signala.

Ovakva primljena informacija nije identična poslatoj, čime je ovakav prenos nepouzdan. Prve praktične primjene navedenog slučaja su mahom uzele korist u vojnim komunikacijama, gdje jedna strana namjerno

ometala komunikaciju druge emitujući signal na istoj frekvenciji.

Druga mana emitovanja na jednom kanalu sa strane privatnosti jeste upravo mogućnost neautorizovanog slušaoca da prati komunikaciju jednostavno dizajnirajući prijemnik koji radi na istom kanalu. Nakon dva navedena primjera, vidimo da prenos informacija na fiksnom kanalu ima dvije usko povezane mane, i to prisluškivanje i ometanje. Ukoliko dizajniramo sistem koji mora da obezbijedi aspekt sigurne komunikacije između dva čvora, tj. nemogućnost prisluškivanja ili detektovanja uopšte, tada koristimo tehniku koja se naziva modulacija širokog spektra ili *spread-spectrum modulation*. Na slici 5. može se vidjeti kako izgleda prenos u širokom spektru, gdje je prikazana zavisnost frekvencije od vremena.



Slika 5. Prenos u širokom spektru

Ukupna širina spektra koju pokriva uređaj je označena sa W , dok je sa B označena širina jednog kanala, a T_h predstavlja vremenski period trajanja jednog skoka. O tehnici prenosa u širokom spektru može se više vidjeti u literaturi [7].

5. RF STEK PROTOKOL

Sva komunikacija između uređaja odvija se na nivou sesije. Svi podaci unutar sesije šifruju se simetričnim algoritmom zbog brzine protoka informacija. Svaki ključ sesije je slučajni ključ koji se generiše odmah na početku sesije. Bezbednost komunikacije zasniva se na bezbednosti ključa koji kreiramo, što je ključ jači, to je i sigurnost podataka veća.

Međutim, ako su već svi ključevi slučajni, zašto su onda neki jači od ostalih? Dobri ključevi su nizovi slučajnih bitova, generisani nekim automatskim postupkom. Ako je ključ dugačak 128 bita, svaki mogući 128 bitni ključ mora da bude podjednako vjerovatan.

Slučajni ključ generišemo pomoću sistemskog vremena i trenutne vrijednosti programskog brojača kako bi se generisale dobre slučajne vrijednosti. Nakon generisanja slučajnog ključa sesije, ključevi se razmjenjuju pomoću algoritma sa javnim ključem, ali sa prisustvom identifikacije što se realizuje digitalnim potpisima. Algoritam RSA podjednako je dobar i za enkripciju podataka kao i za digitalne potpise. Prilikom korišćenja RSA algoritma, svi podaci koji se šifruju sa javnim ključem mogu biti dešifrovani sa privatnim ključem.

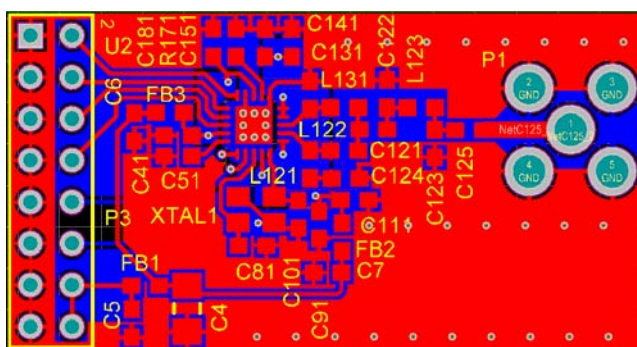
Ukoliko otvoreni tekst šifrujemo sa privatnim ključem, algoritam nam dozvoljava da šifrat bude dešifrovan pomoću javnog ključa, isto dobro kao da se šifruje javnim, a dešifruje privatnim ključem. Kada bolje sagledamo ovaj pravac korišćenja ključeva u RSA algoritmu, vidimo da

nema previše smisla, jer svaka poruka koja se šifruje privatnim ključem, može biti dešifrovana korišćenjem javnog ključa, koji je u stvari dostupan svima. Naime, RSA nam u ovom smjeru ne dopušta očuvati tajne, već provjeru identita. Ukoliko se sa javnim ključem na pravilan način dešifruju podaci, to odmah osigurava da su isti šifrovani sa validnim privatnim ključem.

U kriptografiji, ova tehnika se naziva digitalni potpis (*digital signature*), a biće korišćena za provjeru identita čvorova u mreži, radi prevencije od napada poznatog kao "čovjek u sredini".

6. HARDVER

Čip CC1101 zahtjeva mali broj eksternih komponenti, tako da ukupna dimenzija pločice zahtjeva površinu od svega 30x15mm, a kontrolni dio prema ostatku kola jeste ostvaren putem SPI interfejsa. U literaturi [12] može se pronaći šema koja se koristi kao referenca u izradi, a izgled PCB-a se može vidjeti na slici 6.



Slika 6. PCB izgled bežičnog modula

7. ZAKLJUČAK

Cilj prezentovanog rada bio je da se na jeftin i sasvim jednostavan način realizuje bežičan modul. Za tu svrhu je upotrebljen čip CC1101 sa samo malim brojem potrebnih eksternih komponenti. Osim postizanja glavnog cilja prenosa informacija od predajnika do prijemnika, veliki pomak je učinjen na polju pouzdanosti, zbog prenosa informacija u širokom spektru koristeći se "Frequency Hopping" tehnikom, čime se onemogućava ometanje prenosa.

Uređaj je praktično realizovan u dva primerka i testiran u praktičnim uslovima.

Sigurnost ne bi bila kompletna kada pored pouzdanog prenosa, ne bi bio realizovan i odgovarajući stepen zaštite informacija od neovlašćenih slušalaca na istom prenosnom kanalu. Stoga se u tu svrhu koriste algoritmi sa simetričnim algoritmom za prenos podataka i algoritmi sa javnim ključem za razmjenu ključeva i potvrdu identiteta korisnika prilikom inicijalizacije komunikacione sesije.

Za svrhu demonstracije biblioteka RF stek-a koristi se ARM7 procesor, ali to ga ne ograničava na samo ovaj procesor.

Biblioteke se mogu koristiti na bilo kom procesoru sa dovoljno velikom memorijom, u zavisnosti od dužine ključa koja se koristi i minimalnim potrebnim procesorskim taktom s obzirom na to da kriptografski algoritmi zahtjevaju znatnu procesorsku moć, pogotovo RSA algoritam za dekripciju šifrata.

8. LITERATURA

- [1] Texas Instruments, "CC1101 Low-Power Sub-1 GHz Transceiver", 2010
- [2] Bernard Sklar, "Digital Communications", Prentice Hall, 2nd edition 2001.
- [3] B.P.Lathi, "Modern Digital and Analog Communication Systems", Oxford University Press 1998
- [4] M.J.B. Robshaw, "Stream Ciphers", RSA Laboratories Technical Report TR-701, 1995.
- [5] Ronald Cramer, "Public-Key Cryptography", 11th International Workshop on Practice and Theory in Public Key Cryptography Barcelona, Spain, 2008
- [6] Arto Salomaa, "Public-Key Cryptography", 2nd Edition, Springer 1996.
- [7] Don Torrieri, "Principles of Spread-Spectrum Communication Systems", Springer 2005.
- [8] Wenbo Mao, "Modern Cryptography: Theory and Practice", Prentice Hall 2003.
- [9] Bruce Schneier, "Applied Cryptography, 2nd Edition Protocols, Algorithms and Source Code in C", John Wiley & Sons, Inc. 1996
- [10] Simon Haykin, "Communication Systems", John Wiley & Sons, Inc. 2001.
- [11] Texas Instruments, "CC1101 Reference Design"
- [12] Microchip, "LPC21xx User Manual", 2009

Kratka biografija:



Zoran Radmilović rođen je u Slavonskoj Požegi 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroračunarska elektronika odbranio je 2010.god.



Željen Trpovski rođen je u Rijeci, 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Od 2004. ima zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala..

RAZVOJ I PRIMENA MULTIPLEKSA PO TALASNIM DUŽINAMA U OPTIČKIM MREŽAMA

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEX IN OPTICAL NETWORKS

Bojan Mitrić, Željens Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan istorijat, razlozi uvođenja, evolucija i podela WDM sistema. Rad sadrži pregled topologija DWDM sistema kao i perspektive daljeg razvoja.

Abstract – History, reasons for introduction, evolution and classification of WDM system are shown in the paper. Paper includes topology scheme of DWDM system and further development perspectives.

Ključne reči: WDM, DWDM, CWDM

1. UVOD

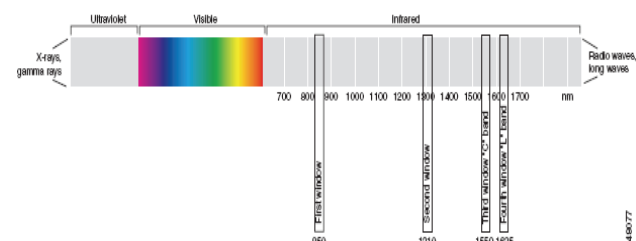
Ulaskom u dvadeset prvi vek optičke komunikacije doživljavaju naglu ekspanziju. Za to postoji nekoliko bitnih razloga. Prvi od njih jeste zahtev za povećanjem širine propusnog opsega prouzrokovan naglim razvojem komunikacionih sistema i usluga. Drugi razlog je tehnološko-ekonomski. Treći razlog jeste da trenutno korišćeni protokoli, kao što su SONET i SDH ne mogu da zadovolje zahteve koji se postavljaju pred savremenim telekomunikacionim mrežama. Ograničene su maksimalnom brzinom električnih mrežnih uređaja. Uvećana tražnja za propusnim opsegom naterala je projektante na razvoj tehnika koje omogućavaju izuzetno visoke protoke kao što su TDM (Time Division Multiplex) i WDM (Wavelength Division Multiplex).

Iako je mnogo godina vremenski multipleks bio dominantan način povećanja kapaciteta u digitalnim transmisionim sistemima, u optičkim komunikacionim sistemima frekvencijski multipleks, odnosno multipleks po talasnim dužinama (WDM, *Wavelength Division Multiplex*), nudi nekoliko prednosti. Sistemi na bazi multipleksa po talasnim dužinama jednostavniji su za nadogradnju, a i cena sistema raste znatno manje sa kompleksnošću nego što je to slučaj sa sistemima s vremenskim multipleksom.

2. RAZVOJ WDM-a

Dalji razvoj u optičkim komunikacijama vezan je za korišćenje određenih regiona na optičkom spektru gde je optičko slabljenje nisko. Ovi regioni, pod nazivom prozori, nalaze se između oblasti visokih apsorpcija [1]. Najraniji sistemi razvijeni su da rade oko 850 nm, što odgovara prvom prozoru u optičkim vlaknima na bazi silicijuma.

Drugi prozor (S band), na 1310 nm, ubrzo se pokazao kao bolji, jer ima manje optičko slabljenje, a zatim i treći prozor (C band) 1550 nm sa još manjim optičkim gubitkom. Danas je u razvoju četvrti prozor (L band) blizu 1625 nm. Ova četiri prozora prikazani su u odnosu na elektromagnetni spektar na slici 1.

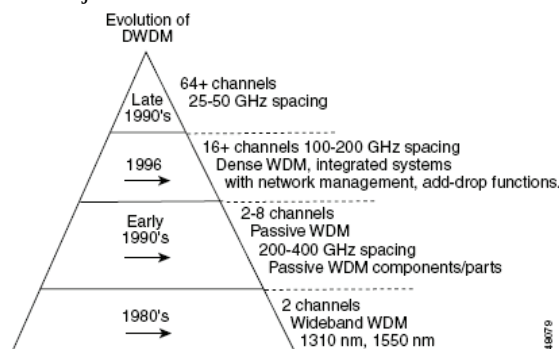


Slika 1. Optički prozori

Prvi WDM sistemi, **Wideband WDM (WWDM)**, bili su u stanju da kombinuju dve talasne dužine: 850 i 1310 nm ili 1310 i 1550 nm. Jedno vlakno korišćeno je za predaju a drugo vlakno za prijem.

Tokom ranih devedesetih razvijena je druga generacija WDM sistema pod nazivom **Narrow WDM**, koji su kombinovali od dve do osam talasnih dužina. Kod ovih sistema talasne dužine postavljene su u 1550 nm prozor sa rastojanjem od 400 GHz tj. 3,13 nm između susednih talasnih dužina.

Do sredine devedesetih pojavili su se prvi **Dense WDM sistemi (DWDM)** koji su vršili prenos 16 do 40 talasnih dužina na rastojanju od 100 do 200 GHz. Do kraja devedesetih broj paralelno prenošenih kanala dostigao je 64 do 160, još gušće pakovanih na 50 ili 25 GHz međusobnog razmaka. Prikaz evolucije WDM sistema ilustrovan je na slici 2.



Slika 2. Evolucija WDM sistema

Kao što se vidi sa slike 2. razvoj tehnologije se može posmatrati kao povećanje broja talasnih dužina, uz smanjenje razmaka između tih talasnih dužina. Uz

NAPOMENA:

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

povećanu gustinu talasnih dužina, sistemi su takođe napredovali u fleksibilnosti konfiguracije, preko add-drop funkcija, i mogućnosti upravljanja. Sa tehničke i ekonomske perspektive očiglednu prednost predstavlja sposobnost DWDM tehnologije da obezbedi gotovo neograničen prenosni kapacitet optičke mreže.

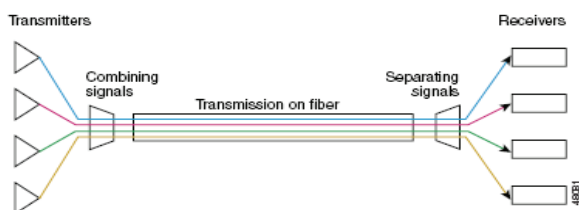
Kako potražnja za propusnim opsegom bude rasla moguće je dodavati nove kapacitete aktiviranjem neupotrebljenih talasnih dužina, nadogradnjom opreme na sisteme sa većim brojem talasnih dužina ili aktiviranjem još nekorišćenih postojećih vlakana.

3. PRINCIP WDM-a

Sistemi sa tehnologijom talasnog multipleksiranja (WDM) danas omogućavaju istovremeni prenos od 16 pa do 160 informacionih signala različitih protokola i bitskih protoka na različitim talasnim dužinama kroz optičko vlakno. Eksperimentiše se sa sistemima koji bi prenosili nekoliko stotina, pa i do hiljadu talasnih dužina istovremeno. U cilju ispunjenja zahteva za većim propusnim opsegom, kao rešenje problema sve više se nametala tzv. WDM tehnologija koja vrši multipleksiranje optičkih signala po parametru talasne dužine.

Drugim rečima, više različitih optičkih (svetlosnih) signala različitih talasnih dužina istovremeno se prenose kroz jedno optičko vlakno. S obzirom da različite talasne dužine optičkih signala u suštini predstavljaju različite učestanosti (frekvencije) optičkih signala, WDM tehnika multipleksiranja nije ništa drugo nego FDM (Frequency Division Multiplexing) multipleksiranje, koje je poznato već dugi niz godina.

Jedinu, ali veoma značajnu razliku donose specifičnosti, koje ovoj tehnici daju optički (ne električni) signali i optička vlakna (ne koaksijalni kablovi). Talasne dužine sa više izvora se pomoću multipleksera prenose jednim optičkim vlaknom (videti Sliku 3.).



Slika 3. Princip WDM-a

WDM sistemi se na predajnoj strani sastoje od: laserskih izvora, elektrooptičkih modulatora, optičkih sklopova i pojačavača. Na prijemnoj strani su takođe pojačavači, razdelnici i prolazna mreža (filteri boja) i elektrooptički pretvarači. Osnovna razlika između jednotalasnog prenosa i WDM-a ogleda se u Elektro/Optičkim (E/O) modulatorima, optičkim sklopovima, razdelnicima i filterima.

Ovo su u stvari komponente koje omogućavaju multipleksiranje po talasnim dužinama. Princip rada WDM-a oslanja se na činjenicu da se istim optičkim vlaknom može istovremeno prostirati nekoliko svetlosnih zraka različitih boja (tj. talasnih dužina). Pri tom svaka talasna dužina prenosi različite podatke.

4. TOPOLOGIJE WDM SISTEMA

DWDM je prvi put primenjen na long-haul rutama, u nedostatku optičkih kablova. Velike uštede na opremi

omogućile su da DWDM bude izbor za nove long-haul rute, iako više nije bilo problema sa optičkim kablovima. Potreba za obezbeđivanjem servisa različitih tipova na brz i efikasan način kao odgovor na različite zahteve korisnika je najistaknutija karakteristika MAN mreža.

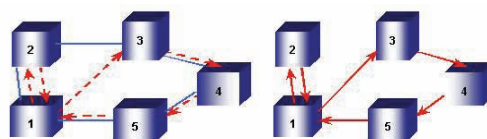
Sa SONET-om, kao osnovom skoro svih postojećih MAN mreža, to je dug i komplikovan proces [2]. Nasuprot tome uvođenjem DWDM opreme dostavljanje novih servisa može biti jednostavno kao uspostavljanje druge talasne dužine na paru optičkih vlakana. Ono što daje dodatnu prednost DWDM-u jeste brzo i fleksibilno obezbeđivanje servisa, koji su transparentni za protokole i različite brzine signaliziranja, zaštićeni, orjentisani na podatke i jeftiniji. Kao i za svaki drugi sloj definisan u mrežama tako i za optički sloj mora biti definisana slojevit arhitektura. Optička mreža sa više talasnih dužina povezana mesh topologijom korišćena je kako bi se definisala arhitektura optičkog sloja. **Svetlosni put** se definiše kao put između dva čvora i ekvivalentan je talasnoj dužini na svakom linku tog puta.

Opisana su dva pogleda mrežne topologije:

- **fizička topologija** i
- **virtuelna topologija**.

Fizička topologija ima WDM čvorove povezane linkovima parom point to point vlakana u proizvoljnu topologiju tipa mreže kao što se može videti na slici 4.

Virtualna topologija je skup svih svetlosnih puteva. To je logička topologija i smer strelica zapravo prikazuje smer svetlosnih puteva (videti Sliku 4.).



Slika 4. Fizička topologija i virtuelna topologija

Optički sloj, koji se takođe naziva i sloj 1, jeste sloj između fizičkog sloja i sloja veze podataka ili drugih viših slojeva. Koristeći ovaj dodatni sloj na primer u ATM mrežama, ako imamo komutatore talasnih dužina u mreži, otklanja se potreba za pretvaranjem optičkih signala u električne signale i ćelije pre komutacije kroz ATM komutatore.

Sam optički sloj sastoji se od tri podsloja:

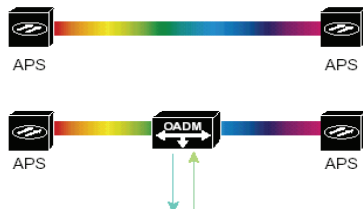
- **Sloj optičkih kanala** (Optical Channel layer - OCL): ovaj sloj odgovara svetlosnim putevima.
- **Sloj dela optičkog multipleksiranja** (Optical Multiplex Section layer-OMS): ovaj sloj odgovara linkovima.
- **Sloj dela optičkih pojačavača** (Optical Amplifier Section layer-OAS): ovaj sloj odgovara delovima linkova između optičkih pojačavača.

Mreža može, u zavisnosti od toga kako su povezani različiti čvorovi, da bude fizički struktuirana u nekom od sledećih oblika:

- **tipa tačka-tačka (point to point),**
- **zvezde (star),**
- **prstena (ring),**
- **mreže (mesh).**

4.1. Topologije tipa tačka-tačka

Mogu biti sprovedene sa ili bez OADM-ova. Ove mreže odlikuju se izuzetno velikom brzinom kanala (10 do 40 Gbps), visokim integritetom signala i pouzdanošću, i brзом restauracijom puteva. U long-haul mrežama rastojanje između predajnika i prijemnika može biti i nekoliko stotina kilometara. U MAN mrežama, pojačavači često nisu ni potrebni. Ovo je dato na slici 5.

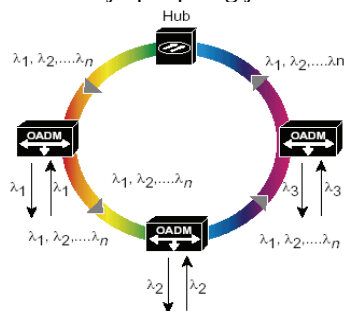


Slika 5. Topologija point to point

4.2. Topologija tipa prstena

Najčešća arhitektura koja se sreće u MAN mrežama i obuhvata nekoliko desetina kilometara. Prsten od optičkog vlakna sme da ima najmanje četiri kanala talasnih dužina, i obično manje čvorova nego kanala. Brzina signaliziranja je od 622 Mbps do 10 Gbps po kanalu. Topologija prstena može biti u jednom ili više DWDM sistema, podržavajući saobraćaj svako sa svakim, ili hub stanice i jednog ili više OADM čvorova, ili satelita. U priključnoj tački saobraćaj počinje, prekida se, upravlja se i uspostavlja se povezanost sa drugim mrežama.

U OADM čvorovima, jedna ili više talasnih dužina se ubacuje ili izbacuje, dok druge prolaze transparentno (ekspresni kanali). Na ovaj način ring topologija dozvoljava čvorovima na prstenu da obezbede pristup elementima mreže kao što su ruteri, komutatori, ili serveri, ubacujući ili izbacujući kanale talasnih dužina u optičkom domenu. Povećanjem broja OADM-ova, zapravo, signal je podložan gubitku i možda bi bili potrebni pojačavači. Na slici 6. vidimo ovaj tip topologije.



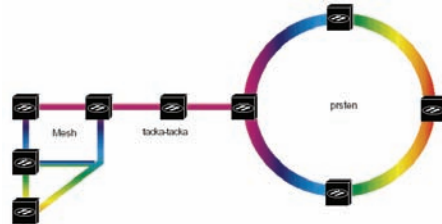
Slika 6. DWDM ring topologija

4.3. Topologija tipa mreže (mesh)

Topologija tipa mreže jeste budućnost optičkih mreža. Kako se mreže razvijaju, ring topologije i point to point će imati svoje mesto, ali *mesh* topologija će biti najrobusnija. Uvođenje promenljivih kros konektora i komutatora, koji će u nekim slučajevima zameniti, a u drugim dopuniti fiksne DWDM uređaje, omogućiće ovakav razvoj. Sa stanovišta dizajna, potreban je veliki evolutivni put od point to point topologije do *mesh* topologije.

Ako se počne linkovima tipa tačka-tačka, koji sadrže OADM čvorove kao polazne tačke fleksibilnosti, koji bi se zatim povezivali, mreža može evoluirati u topologiju tipa mreže bez kompletnog redizajniranja. Na kraju mesh

i ring topologije mogu se spajati linkovima tačka-tačka. Na slici 7. prikazan je ovaj tip topologije.



Slika 7. Topologije mesh, point to point i prstena

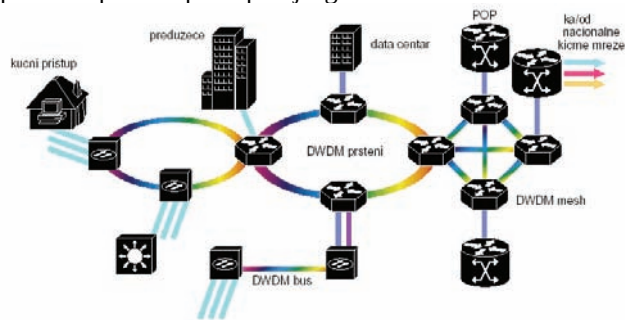
Konačno, mreže mesh topologije bi bile veoma zavisne od softvera za upravljanje. Razvija se arhitektura pod nazivom komutacija labela višestrukim protokolom (Multiprotocol Label Switching - MPLS) koja bi podržala rutirane puteve u potpuno optičkim mrežama.

Takođe, upravljanje mrežom će zahtevati još uvek nestandardizovan kanal za prenos poruka između elemenata mreže.

5. BUDUĆNOST WDM-a

DWDM će nastaviti da obezbeđuje propusni opseg za veliku količinu podataka. U stvari, kapacitet sistema će rasti kako napreduje tehnologija koja obezbeđuje bliže raspoređivanje kanala, a zbog toga i veliki broj talasnih dužina. Ali DWDM brzo prestaje da bude samo nova tehnologija prenosa podataka, već postaje osnova potpuno optičkog umrežavanja.

Komutiranje u fotonskom sloju omogućava ovu evoluciju, kao i protokoli rutiranja koji omogućavaju svetlosnim putevima da prolaze kroz mrežu skoro na isti način kao današnja virtuelna kola. Ove i još mnoge druge prednosti daju mogućnost vizije potpuno optičke mreže. Slika 8. prikazuje jednu takvu strukturu, koja koristi topologije tipa mesh, prstena i tačka-tačka u optičkom sloju, kako bi podržala potrebe pristupu i jezgru MAN mreže



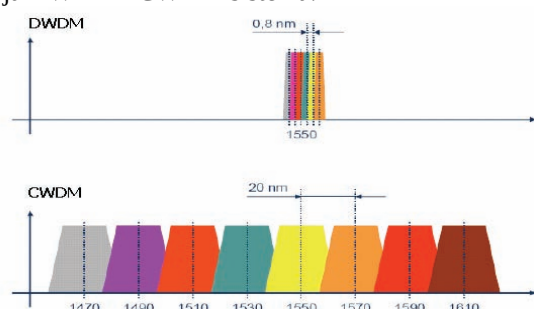
Slika 8. Metropolitena optička mreža sledeće generacije

Optički sloj čiji se standardi razvijaju će biti idealno transparentan za SONET sloj, time što obezbeđuje umesto električnih SONET signala obnavljanje, nadgledanje performansi, i snabdevanje individualnim talasnim dužinama. Tako bi u suštini dosta mrežne opreme bilo eliminisano i došlo bi do smanjenja električne opreme.

6. DWDM, CWDM

WDM sistemi su podeljeni po različitom obrascu talasnih dužina na konvencionalne ili coarse WDM i gusti ili dense WDM. Konvencionalni WDM sistemi pružaju do 16 kanala u trećem transmisionom prozoru (C-Band) silicijumskog vlakna na oko 1550 nm. Dense WDM ko-

risti isti prozor za prenos, ali sa gušćim razmakom kanala. WDM, DWDM i CWDM su zasnovani na istom konceptu koristeći više talasnih dužina svetlosti u jednom vlaknu, ali se razlikuju u razmacima između talasnih dužina, broju kanala, kao i mogućnosti da pojačaju multiplesiran signal u optičkom prostoru. EDFA obezbeđuje efikasno širokopojasno pojačanje za C-band, Ramanovo pojačanje dodaje mehanizam za pojačanje u L-band. Za CWDM širokopojasno optičko pojačanje nije na raspolaganju, pa se može koristiti na razdaljini od nekoliko desetina kilometara. Na slici 9. dat je prikaz gustine multipleksiranja DWDM i CWDM sistema.



Slika 9. Prikaz gustine talasnog multipleksiranja

Današnji CWDM obično koristi 20-nm razmak (3000 GHz) i ima do 18 kanala i omogućava mrežu talasnih dužina za ciljnu razdaljinu do otprilike 50 km na jednom vlaknu. CWDM mreža je sačinjena od 18 frekvencija koje su definisane u okviru opsega od 1270 do 1610 nm sa razmakom od 20 nm. CWDM znatno poboljšava prenosni kapacitet optičkog sistema i predstavlja ključni mehanizam za ostvarenje prenosa brzinama većim od terabita u sekundi [3].

DWDM odnosi se prvobitno na optičke signale multipleksirane u 1550 nm bandu tako da iskoriste mogućnosti EDFA pojačavača, koji su delotvorni za talasne dužine od oko 1525-1565 nm (C band), ili 1570-1610 nm (L band). EDFA pojačavači su prvobitno razvijeni da zamene SONET/SDH optički elektro-optički (OEO) regeneratore, koje su se praktično prevaziđeni.

Ultra-Dense Wavelength Division Multiplexing (UDWDM) je tehnologija pakovanja optičkih komunikacionih kanala što je fizički bliže moguće na jedno optičko vlakno ili bilo koji drugi optički medij. Iako je koncept UDWDM nastao u long-haul optičkim komunikacijama, očekuje se da će biti ključan za buduće tehnologije koje će omogućiti masovno paralelne računarske sisteme. Od budućih ultra dense WDM (UDWDM) sistema sa razmakom kanala od 12.5 GHz i manje, očekuje se da će pronaći nove aplikacije koje se zahtevaju. Glavni izazov za takve sisteme je čvrsta kontrola talasnih dužina svetlosnih izvora, kao i multipleksiranje i demultipleksiranje komponenti. Iz tog razloga, high-resolution arrayed waveguide gratings (AWG) su posebno značajni, jer mogu biti integrisani sa mode-locked laserima ili multivavelength laserskim nizom koji istovremeno generišu više talasnih dužina sa fiksnim razmakom kanala.

7. PERSPEKTIVE DALJEG RAZVOJA

DWDM se pojavio prvenstveno da maksimizira efikasnost postojećih vlakana, a obeležio ovaj vek kao tehnika koja je podstakla ukupan razvoj sveoptičkih mreža. Bu-

dućnost će zahtevati tzv. FTTH (Fiber To The Home – optika do stana) mreže. Ovaj razvoj omogućavaju OXC elementi koji servis provajderima omogućavaju brzu restauraciju, rekonfiguraciju i transparentnost mreže bez postavljanja skupih i neefikasnih elektro-optičkih konvertora. Internet Engineering Task Force je proširio IP's Multi-Protocol Label Switching (MPLS) na optičke mreže.

Rezultujući protokol poznat je kao GMPLS (Generalized MPLS). Svrha GMPLS-a jeste da unapredi i poboljša rutiranje odnosno usmeravanje saobraćaja kroz optičku mrežu kreiranjem zajedničkog plana kontrole između IP-a i optičkog sloja. Prednost je i fleksibilna promena opsega u zavisnosti od potreba. GMPLS će biti lider u razvoju novih još dinamičnijih optičkih servisa. Potrebno je vreme da se razviju sistemi koji će zadovoljavati potrebe i korisnika i servis provajdera. Za sada želimo sisteme koji će odgovoriti na zahteve za opsegom, pružiti transparentnost protokola, obezbediti kvalitet servisa, uvećati pouzdanost mreže i uprostiti poslovanje i upravljanje. DWDM sistemi će bez dileme unaprediti ovaj razvoj.

8. ZAKLJUČAK

Optičke telekomunikacione mreže su danas sve zaslužnije za prenos sve zahtevnijih informacionih sadržaja. Upravo zbog ekspanzije optičkih telekomunikacija u poslednjih deset godina u ovom radu pokazano je da postoji široka paleta WDM sistema - od najjednostavnijih (za dve talasne dužine za duplesnu komunikaciju po jednom vlaknu) do vrlo kompleksnih sistema s više od 100 talasnih dužina koje uglavnom delimo na CWDM i DWDM sisteme, koji su standardizovani i pokazuju se kao dobro rešenje. Upravo CWDM i DWDM tehnologije talasnog multipleksiranja, kombinovane sa izborom ZWPF vlakana su optimalno rešenje povećanja prenosnog kapaciteta optičkih vlakana. To rešenje nudi postupno povećavanje kapaciteta prenosa i relativno nisku početnu investiciju, koja investitoru omogućuje povećanje kapaciteta s rastom prometa/potrebe ("Pay-as-you-grow" strategija). Današnji razvoj DWDM-a zahteva kompromise između izbora performansi, cene, fleksibilnosti i pouzdanosti sistema.

9. LITERATURA

- [1] Kartalopoulos, Stamatis V. *Introduction to DWDM Techn.: Data in a Rainbow*. New York:IEEE Press; 1999.
- [2] Ramaswami, and Kumar N. Sivarajan, *Optical Networks-A Practical Perspective Second Edition*, Elsevier Inc.
- [3] Bob Chamycz, *Planning Fiber Optics Networks*

Kratka biografija:

Bojan Mitrić rođen je u Šapcu 1981. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacije odbranio je 2010.god.



Željen Trpovski rođen je u Rijeci, 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Od 2004. ima zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala..



PRODUCT LIFECYCLE MANAGEMENT OF IT PROJECTS

Svetlana Kecojević¹, Bojan Lalić², Rado Maksimović³, Iztok Palčič⁴

¹²³*Faculty of Technical Sciences, Novi Sad, Serbia*

⁴*Faculty of Mechanical Engineering, University in Maribor, Slovenia*

¹skecojevic@levi9.com, ²blalic@uns.ac.rs, ³rado@uns.ac.rs, ⁴iztok.palcic@uni-mb.si

1. INTRODUCTION

Majority of the products is realized within the projects and hence are pretty much related. Although general project principles, methods and PLM solutions are applicable to a different kind of projects: manufacturing, pharmaceutical, IT, governmental projects, etc. each of those businesses has its own specifics. This paper focuses on the IT projects, their specifics, relation between PLM and project management and establishment of the PLM solution within the small and medium companies.

2. IT PROJECTS SPECIFICS

Product Lifecycle Management (PLM) is the process of managing the whole life cycle of a product starting from generating an idea, concept description, business analyzes, product design and solution architecture, technical implementation and product testing, to the successful entrance to the market, service, maintenance and product improvement. PLM gathered and make accessible all the data and information of all stages of this process.

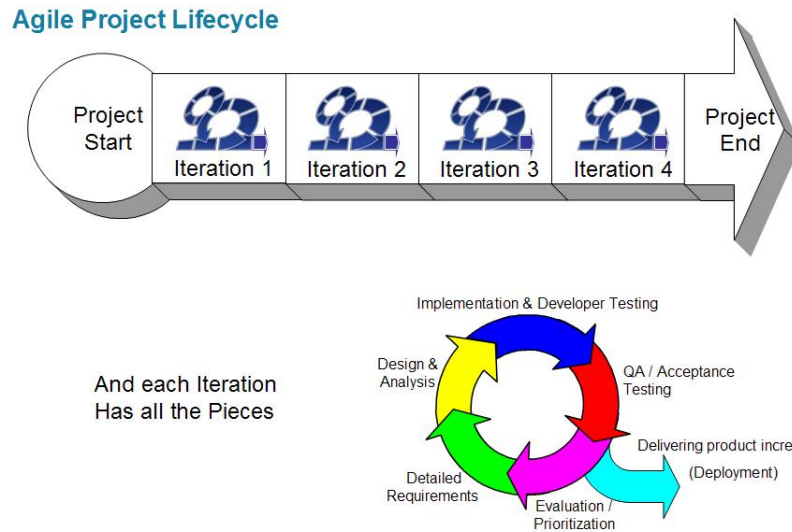
In principle, software development products and IT products in general have a lot in common with other types of construction work, and most of the traditional PLM solutions and techniques are applicable. However, one particular difficulty that does not generally face other products like construction product concern the essential intangibility of a software system. With a bridge or building, the design can be represented by blueprints and drawings and these are understandable by whoever has commissioned the project. It is usually quite hard for the users of a piece of software to express their wishes clearly and for the information analysts to capture them unambiguously. In addition to this hard all parties that will be involved with the product will also work at designing the product, there are bound to be areas where supplier and customer have different ideas about what is to be done and where the specification proves to be ambiguous. Other problem software development projects were facing is long elapse timeline from generated idea and feasibility study until delivering a product to the operation. This led that products when delivered didn't meet the market requirements due to changes in the environment and market trends on one side and unclear specifications on the other side.

The emergence of 'agile' development methods, project management methods and at the and 'agile' PLM solutions are, in part, a response to the difficulty of specifying software requirements 'up front' and a recognition that a more evolutionary approach may be a better way to deal with the inherent uncertainties and intangibility of software development, delivering product increments that help companies accelerate revenue.

Agile project life cycle is based on the iterative and incremental development. Each iteration consists of gathering detailed requirements, design and analysis, implementation, testing, delivering product increment and evaluation. Information collected from iteration cycle will be used as lessons learned and input for the next iteration.

NAPOMENA:

- a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Svetlane Kecojević. Mentor je bio prof. dr Ilija Ćosić.
- b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TREND 2010, Kopaonik, Mart 2010.

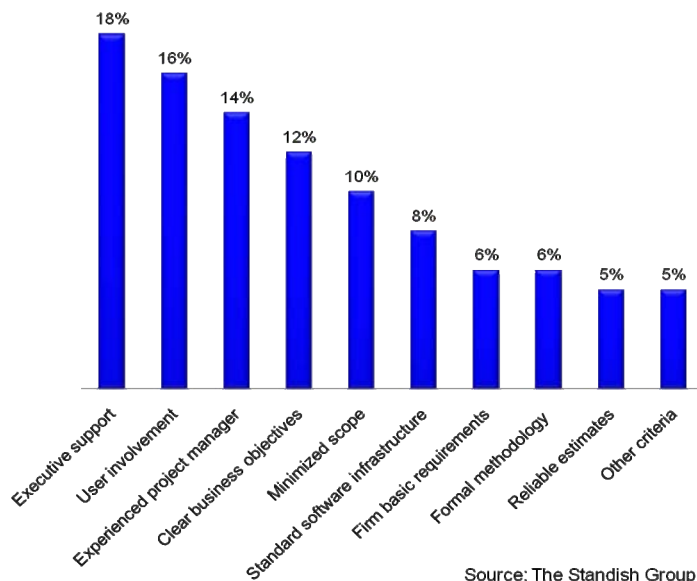


Picture 1. Agile Project Lifecycle

Agile helps companies accelerate revenue, drive innovation, reduce costs, improve a quality, and ensure regulatory compliance throughout the product life cycle.

3. PROJECT MANAGEMENT AND PLM

PLM can be viewed as integration of project management and enterprise tools with methods, people and processes through all stages of the product's lifecycle. If we look for a role that would be responsible for integration of all those items during the product's life cycle that would definitely be the project or program manager. Project management is one of the key drivers to move execution in an organization of every type. If we look at the reasons why the projects fail, and percent of the IT projects that don't succeed, which is not to be neglected (19% fail, 46% are over time or budget, and only 35% succeed according to the Standish Group 2006 Chaos Report), we will see that answer and solution lie in the effective project management.



Picture 2. 10 Reasons IT Projects Fail

Lack of Executive support and User involvement as main reasons why the projects fail can be resolved with the proper project organization setup, namely including them together with the Supplier in the Project Board that will together manage a project by exception delegating day-to-day management activities to the Project Manager. Project Board shall give the mandate to Project Manager by defining project scope, budget, quality criteria and timeline with the assigned tolerances within a project should be managed; direct the project through its life cycle, advice Project Manager; keep him informed about any environment changes, react in the timely manner by effective decision making on the escalations and exceptions received by the Project Manager when the project is about to go beyond the assigned tolerances.

Clear business objectives, minimized scope and firm basic requirements as reasons the projects fail can be addressed with implementing agile best practice to the project life cycle. In agile project setup end client and users are involved in prioritizing the requirements for the next iteration, analyzing and specifying them in the iteration prior to development of those requirements start and testing and accepting product increments during the product lifecycle.

Experienced project manager, formal methodology and reliable estimates can be improved to contribute project's success by establishing effective PLM that will provide all information, statistics and lessons learned. Project managers are not efficient when they cannot have right information in their hands to help people to use it efficiently. PLM can use project management tools and capabilities to deliver information to people doing execution as well as decision makers in an organization. To make this link is very important, as well as finding right balance and re-use of information, tools and infrastructure between the project management and PLM.

4. ESTABLISHING PLM

There are many companies that supply software to support the PLM process. However, for the small and medium companies' investment in such software might not have the reasonable base, especially that software itself is just a tool and cannot make many contribution if the PLM process is not defined first and understood by its users whom it should contribute to at the end. Setting up PLM within the company is a process and project itself.

Select operations that should be managed as a part of the PLM across the company business would be:

- Customer relationship management (CRM) system for managing customer record
- Enterprise resource planning (ERP) system for managing financial records
- Supply chain management (SCM) system for managing supplier support
- Human resource management (HRM) system to manage the employee record.

First step in establishing PLM would be understanding and analyzing the company way of work, organizational structure, roles and responsibilities within the organization. Each of the PLM operational systems should be defined to specify who is contributing to the system, how the information is shared and responsible person appointed for each of the systems. It is not necessary that all those operation systems are integrated within one software tool, and usually for small and medium companies they won't be, while on the other side big companies might need to adopt available software and tools to their specific needs.

As an example, for IT companies, SVN and TFS often used for collaborative software development projects can be used as SCM system where reusable implementation blocks can be stored. However, it is important that they are well organized and that information about its assessability is available for all developers within the company, as well as that effective process is established for contributing creation and updating of those building blocks.

Similar applies, for example, for the ERP system where the solution can be some of the project management tools that are already used in the company.

5. CONCLUSION

Although a quite new method with short history Project Lifecycle Management has proven itself to be useful for all management levels within the company in both vertical and horizontal organization. By making relevant historical information structured and available PLM is used both for those who are doing execution and decision makers within the organization answering to the rapid changes in the business environment. Total spending on PLM software and services is estimated to be above \$15 billion a year, but coming years are also bringing a lot of investments in integration of the PLM with the project management, program management and portfolio management both in respect to used methodologies and tools.

In order to conclude this paper and promote Project Management crucial role in PLM, we are presenting the structure of the course which represents all necessary components to boost all project efforts turning them into successful project performance. There are three basic components needed to be demystified in order to reach success in the project delivering; (1) basic project processes and rules, (2) project strategy and success generators and (3) PLM specific component for each of different Industrial branches. Those elements are making smooth transition from unique endeavor given through PLM processes to ERP integrative platform that supports production and company overall performance.

6. LITERATURE

- [1] Cadle J., Yeates D., *Project Management for Information systems*, 2008.
- [2] Poli.M., *Implementing Strategic Project Management*, Novi Sad, 2009.
- [3] *Project Management Body of Knowledge*, PMI 2009.

Acknowledgements: This paper was published under support of 144959-TEMPUS-2008-RS--JPCR Master Studies and Continuing Education Network in Product Lifecycle Management with Sustainable Production (MAS-PLM)

METODE ZA DETEKCIJU QRS KOMPLEKSA

METHODS FOR QRS COMPLEX DETECTION

Radisav Stamenković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisani su principi softverske QRS detekcije. Dat je pregled i poređenje metoda i algoritama za detekciju ovog važnog talasnog oblika EKG-a.

Abstract – In this paper the principles of software QRS detection are described. Algorithms and methods for detection of this important ECG waveform are reviewed and compared.

Ključne reči: QRS kompleks, detekcija QRS kompleksa,

1. UVOD

QRS kompleks je najupečatljiviji talasni oblik u EKG-u. Budući da odražava električnu aktivnost srca u toku kontrakcije komore, vreme njegovog pojavljivanja, kao i njegov oblik obezbeđuje mnogo informacija o trenutnom stanju srca. Zbog svog karakterističnog oblika, QRS kompleks služi kao osnova za automatsko određivanje frekvencije rada srca, kao polazna tačka za klasifikaciju srčanih ciklusa i kao polazna tačka u algoritmima za kompresiju EKG signala. U tom smislu, detekcija QRS kompleksa predstavlja osnovu skoro svih algoritama za automatsku obradu EKG signala. Softverska detekcija QRS-a je tema istraživanja tokom poslednjih 40-ak godina. Evolucija ovih algoritama jasno odražava veliki napredak u računarskim tehnologijama. Dok je u ranijim godinama računarsko opterećenje određivalo složenost, a stoga i performanse algoritama, danas je usavršavanje performansi algoritama veliki razvojni cilj dok računarsko opterećenje postaje sve manje važno. Jedini izuzetak od ovog trenda je verovatno razvoj algoritama za detekciju QRS-a za uređaje na baterijski pogon.

2. ELEKTRIČNA AKTIVNOST SRCA

Srčane ćelije su u stadijumu mirovanja negativno polarisane a kada se pozitivno polarišu, one se depolarizuju i kontrahuju. Električni impulsi koji izazivaju kontrakciju srca stvaraju se u samom srcu i provode se kroz njega različitom brzinom. Zbog toga se pretkomore kontrahuju pre komora i do kraja ih napune krvlju.

Ćelije koje stvaraju električni impuls koji pokreće srce nalaze se u delu srca koji se naziva sinus venosus a čvor koji vodi srce (eng.pacemaker) naziva se sino-atrijalni čvor (SA čvor).

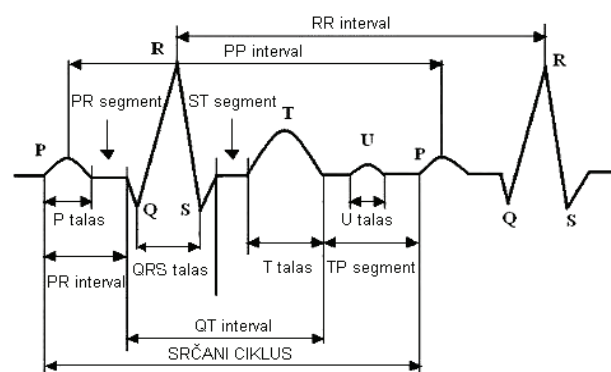
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bila dr Dragana Bajić, red.prof.

Električni impuls koji nastane u SA čvoru vrlo se brzo proširi kroz čitavu pretkomoru gde se nalazi poseban sistem mišićnih ćelija koje provode impulse kroz pretkomore. Nakon prolaska impulsa kroz pretkomoru i depolarizacije mišićnih ćelija, dolazi do njihove kontrakcije. U donjem delu desne pretkomore nalazi se drugi čvor koji se naziva atrioventrikularni (AV) čvor. Ćelije ovog čvora su manje od pretkomorskih ćelija i imaju potencijal mirovanja koji nije toliko negativan kao potencijal mirovanja ćelija pretkomora.

Prolaskom kroz taj čvor, električni impuls uspori i znatno oslabi. Ovo usporavanje impulsa omogućava pretkomorama da potpuno dovrše svoju kontrakciju, pre nego što komore započnu svoju. AV čvor je jedina električna veza između pretkomora i komora. Električni impuls koji je nastao u pretkomori može preći u komoru samo kroz AV čvor. Nakon izlaska iz AV čvora, impuls ulazi u Hissov snop gde postiže najveću brzinu. Provodna vlakna se iza Hissovog snopa granaju u dve grane, po jedna za svaku komoru.

U komorama dolazi do daljnjeg grananja provodnih vlakana u tzv. Purkinijeova vlakna. Ova vlakna vrlo brzo provode impuls kroz komoru i predstavljaju razgranat provodni sistem koji dovodi impuls do svih delova komore. Iz Purkinijevih vlakana impuls prelazi na mišićne ćelije komora nakon čega one kontrahuju. Nakon kontrakcije ventrikula, srce se nalazi u stanju mirovanja. U ovom vremenskom intervalu se vrši repolarizacija srčanih ćelija, tj. srčane ćelije su negativno polarisane.



Slika 1. Izgled nepatološkog EKG signala u toku jednog srčanog ciklusa

Detekcija električne aktivnosti srca se ostvaruje na osnovu toga što se deo električnih impulsa koji se prostiru srcem prostire i na okolno tkivo. Mali deo tih impulsa dolazi do kože. Elektrodama koje se nalaze na koži pacijenta moguće je detektovati ove električne impulse. Pošto je EKG signal sa karakterističnom morfologijom, u njemu je moguće uočiti nekoliko pojava, koje se nazivaju

talasi, a svaki od njih karakterističan je za određenu fazu u provođenju akcionih potencijala kroz srce. Tipičan EKG signal za vreme jednog nepatološkog srčanog ciklusa prikazan je na slici 1, gde se mogu uočiti karakteristični P,Q,R,S,T i U talasi.

2.1 Morfologija QRS kompleksa

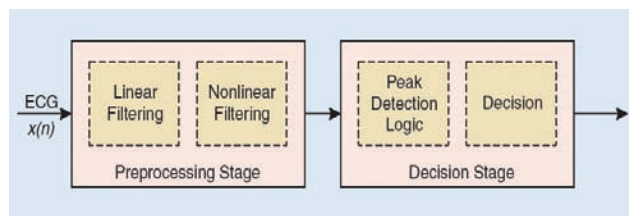
P talas predstavlja sekvencijalnu aktivaciju (depolarizaciju) leve i desne pretkomore, **QRS** kompleks predstavlja depolarizaciju leve i desne komore koje su u normalnom slučaju aktivirane simultano, **ST-T** talas predstavlja ventrikularnu repolarizaciju.

Što se tiče **U** talasa, njegovo poreklo nije jasno i verovatno predstavlja period nakon depolarizacije u komora, **PR** interval, obuhvata vreme potrebno za depolarizaciju pretkomora, kašnjenje sprovođenja u AV čvoru i prolazak impulsa kroz Hisov snop i njegove grane, sve do nastanka depolarizacije komora, **QT** je interval ventrikularne depolarizacije i repolarizacije odn. predstavlja trajanje sistole (kontrakcije) komora. **QU** interval, meri se od početka Q talasa do kraja U talasa i predstavlja vreme repolarizacije komora, uključujući i repolarizaciju Purkinjeovih vlakana. **RR** interval označava trajanje srčanog ciklusa (ventrikularnog) i rastojanje između dva susedna R pika služi za određivanje komorskog ritma, **PP** interval predstavlja trajanje ciklusa pretkomore i služi za određivanje pretkomorskog ritma. Ovaj ciklus se neprekidno ponavlja.

3. PRINCIPI SOFTVERSKJE QRS DETEKCije

Od samog početka razvijanja softverske QRS detekcije ona sve više i više zamenjuje hrdversku QRS detekciju. Već u ranim godinama automatizovanih detekcija QRS-a, algoritamska struktura je razvijana tako da je sada dele mnogi algoritmi. Kao što je prikazano na slici 2, podeljena je na predprocesiranje ili fazu ekstrakcije karakteristika uključujući linearno i nelinearno filtriranje i fazu odluke koja uključuje detekciju pika i logiku za odlučivanje da li se radi o QRS kompleksu ili ne.

Često se blok za dodatnu obradu koristi za tačno određivanje vremenskih lokacija pretpostavljenog QRS kandidata. Algoritmi su uglavnom diskriminirani u odnosu na svoju fazu predprocesiranja, jer je većina faza odluke prilično heuristička i zavisi od rezultata preprocesiranja.



Slika 2. Uobičajena struktura QRS detektora

Faza predprocesiranja se odnosi na filtriranje i njena svrha je uklanjanje smetnji iz EKG signala kojeg treba obraditi i rešava nas signala koji nas ne zanimaju. Faza procesiranja se odnosi na detekciju pika koji je QRS kandidat i na odlučivanje da li se zaista radi o QRS kompleksu ili ne. Ova faza je potpuno različita za različite algoritme ali svi oni imaju isti cilj a to je pouzdana detekcija QRS kompleksa.

4. ALGORITMI ZA DETEKCIJU QRS KOMPLEKSA

Algoritmi za detekciju QRS kompleksa se mogu podeliti u dve grupe. To su on-line ili real-time i off-line algoritmi. Real-time algoritmi analiziraju signal u realnom vremenu, odnosno obrađuju signal koji tog trenutka dolazi u analizator i odluke o detekciji donose na do tada pristiglim podacima. Off-line algoritmi rade sa signalima koji su već snimljeni negde i ovi algoritmi mogu da donose odluke o detekciji na osnovu celog signala. Postoji veliki broj pristupa za detekciju QRS kompleksa a jedan od njih je pristup baziran na neuronskim mrežama.

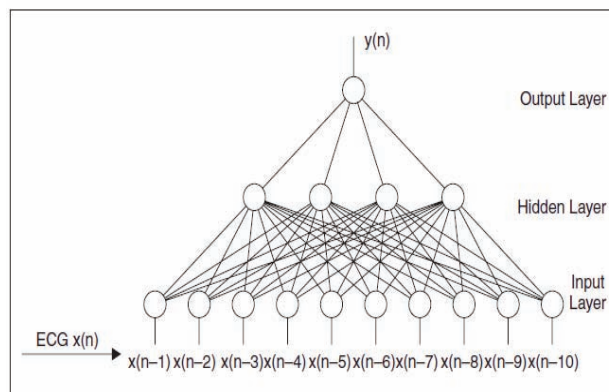
4.1 Pristupi bazirani na neuronskim mrežama

Veštačke neuronske mreže su široko primenjene u nelinearnoj obradi signala, klasifikaciji, kao i optimizaciji. U mnogim aplikacijama njihove performanse su se pokazale superiornijim u odnosu na klasičan linearni pristup. U obradi EKG signala se uglavnom koriste, MLP (*multilayer perceptron*), RBF (*radial basis function*), kao i LVQ (*learning vector quantization*) mreže.

Kao što je prikazano na slici 3, **MLP** mreže se sastoje od nekoliko slojeva međusobno povezanih neurona, gde svaki neuron predstavlja funkciju obrade

$$y = f\left(w_0 + \sum_{i=1}^N w_i x_i\right) \quad (1)$$

sa w_i kao dodeljenoj težini ulazu x_i i $f(\cdot)$ kao linearnoj ili nelinearnoj funkciji. U nelinearnom slučaju, $f(\cdot)$ je najčešće definisana kao logistička funkcija $f(u) = 1/(1 + e^{-u})$ ili $f(u) = \tanh(u)$.



Slika 3. Multilayer perceptron

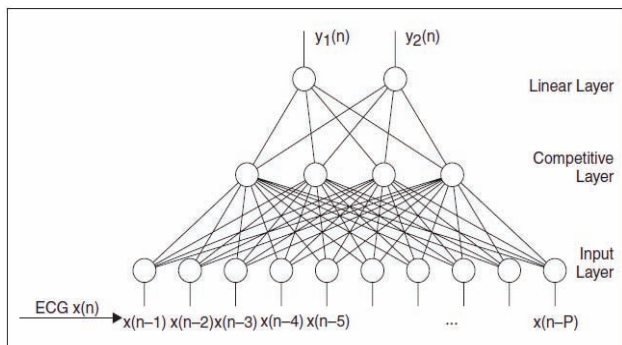
RBF mreže su implementacija funkcije

$$y(n) = \sum_{i=1}^N w_i \exp\left(-\frac{x(n) - c_i}{\sigma_i}\right) \quad (2)$$

gde je $x(n)$ označava neki vektor ulaznih podataka. Broj neurona N , koeficijenti w_i , centralni vektor c_i , i standardna devijacija σ_i su parametri mreže. Eksponenti se takođe mogu zameniti drugim funkcijama (npr. wavelet transformacija). RBF mreže su usko povezane sa "fuzzy" logičkim metodama. Prednost RBF mreža u odnosu na MLP mreže je sličnost sa fuzzy-logičkim metodama,

odnosno mogućnost interpretacije parametara. Ovo rezultate čini predvidljivijim i samim tim i pouzdanijim.

LVQ mreže se sastoje od ulaznog sloja (*input layer*), konkurentnog sloja (*competitive layer*) i linearnog sloja (*linear layer*). Konkurentski sloj automatski uči da klasifikuje ulazne vektore u podklase, gde je maksimalni broj podklasa N jednak broju neurona konkurentnog sloja. U ovom sloju, klasifikacija se vrši na osnovu Euklidskog rastojanje između ulaznog vektora i vektora težine za svaki od konkurentskih neurona. Na kraju, linearni sloj kombinuje podklase prvog sloja sa klasama koje definiše korisnik. Struktura LVQ mreže je pokazana na slici 4.



Slika 4. LVQ mreža

Da bi se ostvarila određena primena zadatka (npr. aproksimacija ili klasifikacija), parametri mreže treba da budu obučeni. Obzirom da su MLP i RBF mreže obučene pod nadzorom učećih algoritama, LVQ mreža je prilagođena na ne-nadzorni način. (može da se lepše kaže sa ili bez nadgledanja)

4.2 Learning Vector Quantization za QRS Detekciju

Što se tiče upotrebe neuronskih mreža za ekstrakciju karakteristika, prepoznavanje i klasifikaciju EKG-a, predlaže se primena dvoslojne LVQ mreže za detekciju QRS-a i izdvajanje prevremenih ventrikularnih kontrakcija - PVC (*premature ventricular contractions*). Ulazni i konkurentski sloj se sastoje od 20-40 neurona, s tim da se u linearnom sloju nalaze dva neurona koji odgovaraju broju izlaznih klasa. Ulazi su susedni semplovi EKG-a dok su podaci za obuku preuzeti iz MIT/BIH baza podataka. Ovi rezultati ne postižu rezultate klasičnih pristupa, kao što su kod algoritama za detekciju QRS-a u realnom vremenu [1]. Međutim, jednom obučena, LVQ mreža nudi brzo izračunavanje i sposobnost razlikovanja QRS i PVC (*premature ventricular contractions*) kontrakcija. Pored detekcije, algoritam se može koristiti i za odlučivanje da li je QRS kompleks dobar ili reflektuje neku patologiju i ove činjenice su korisne u kliničkoj praksi.

4.3 Ostali algoritmi za detekciju QRS-a

Pored već pomenutih pristupa baziranih na neuronskim mrežama, pomenuću još neke algoritme koji su obrađeni u radu. To su 1) algoritmi bazirani na izvodima derivaciji signala gde se iskorištava karakterističan strm nagib QRS kompleksa za njegovu detekciju a u nekim pristupima se računa i drugi izvod dok se detekcija QRS-a postiže

poređenjem funkcije signala sa pragom poređenja (threshold) koji je adaptivan. 2) algoritmi bazirani na digitalnim filtrima gde se koriste sofisticirani digitalni filtri a jedna od varijanti je algoritam gde je EKG filtriran paralelno sa dva različita NF filtra sa različitim graničnim frekvencijama pri čemu se dobija pojasno filtriran EKG koji se zatim obrađuje. Jedan od korišćenih algoritama je MOBD (*multiplication of backward difference*) koji računa produkt vrednosti fazno pomaknutih prvih derivacija signala. 3) algoritmi bazirani na wavelet transformaciji (WT), koja omogućava lokalizaciju frekvencija u vremenu a prolazak kroz nulu (*zero-crossing*) wavelet transformacije omogućuje lociranje oštih promena u signalu. 4) pristupi bazirani na detekciji singulariteta koji su predloženi od strane Mallata i Hwanga gde su R pikovi nađeni skeniranjem za istovremene module maximuma u relevantnim skalama WT-a. 5) metode banke filtera koje su vrlo slične sa metodama baziranim na wavelet transformaciji. 6) dodatni pristupi u koje spadaju: adaptivno filtriranje, skriveni markovi modeli (HMM), matematička morfologija, prilagođeno filtriranje, genetski algoritmi, QRS detekcija bazirana na Hilbertovoj transformaciji, Length and Energy transformacije, sintaksičke metode, detekcija bazirana na MAP (*maximum a posteriori*) estimaciji, zero-crossing bazirana QRS detekcija itd.

5. REFERENTNE BAZE PODATAKA

Na raspolaganju postoji nekoliko standardnih EKG baza podataka za evaluaciju algoritama za softversku detekciju QRS-a. Testovi na ovim dobro objašnjenim i validnim bazama podataka obezbeđuju reproduktivne i uporedne rezultate. Osim toga, ove baze podataka sadrže veliki broj izabranih predstavnika signala za veliku raznovrsnost EKG-a kao i signale koji se retko primećuju ali su klinički važni. Neke od dostupnih standardnih baza podataka za evaluaciju i poređenje algoritama su:

1. MIT-BIH baza podataka,
2. AHA baza podataka,
3. Ann Arbor Electrogram biblioteke
4. CSE baze podataka kao i
5. European ST-T baza podataka,
6. QT baza podataka
7. MGH baza podataka
8. IMPROVE biblioteka podataka,
9. ECG Reference Data Set of the Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB).

6. EVALUACIJA I POREĐENJE ALGORITAMA

Upotreba algoritama za softversku QRS detekciju u medicinskim uređajima zahteva evaluaciju performansi detekcije. Dva parametra treba da se koriste za procenu algoritama, a to su:

$$\text{osetljivost} \quad S_e = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

$$\text{pozitivna predvidivost} + P = \frac{TP}{TP + FP} \quad (4)$$

gde TP označava broj tačnih detekcija, FN broj propuštenih detekcija (pogrešno negativnih) i FP broj pogrešno pozitivnih. Osim toga, da bi se postigli uporedivi i ponovljivi rezultati, evaluacija treba da bude obavljena na standardnim bazama podataka. Nasuprot zahtevima uporedivosti i ponovljivosti, u praksi postoje mnoge publikacije u kojima:

- uopšte nije obavljena evaluacija,
- evaluacija nije urađena korišćenjem standardnih baza podataka ili
- indikatori performansi nisu kompatibilni sa parametrima osetljivost i parametrima pozitivne predvidivosti.

Ovo efektivno dovodi do neuporedivosti rezultata. Da bi poređenje bilo moguće, vrši se rangiranje iskazanih rezultata u pogledu kako su dobijeni:

- pouzdani rezultati: algoritam je testiran u odnosu na standardnu bazu podataka,
- manje pouzdani rezultati: algoritam je testiran sa delovima standardne baze podataka, i
- nepouzdana rezultati: algoritam je testiran sa nestandardnom bazom podataka.

Publikacije bez prijavljenih ili sa nekompatibilnim rezultatima nisu uporedivi i dalje se ne razmatraju. Rezultati iz istog nivoa pouzdanosti se smatraju uporedivim. U okviru svakog nivoa pouzdanosti, algoritmi su grupisani na osnovu prijavljenih performansi.

Poređenje algoritama u skladu sa računarskim opterećenjem može se vršiti grupisanjem algoritama u kategorije

- niske
- srednje i
- visoke kompleksnosti izračunavanja.

Grupisanje algoritama u ove jednostavne kategorije daje mogućnost brzog pregleda, ali na uštrb informacija. Međutim, ovo ograničenje je razumno, jer se funkcija generisanja vrši za svaki uzorak EKG-a, dok je faza odluke obično aktivirana samo nekoliko puta u toku srčanog ciklusa. Osim toga, pošto tačne računarske potrebe ovih algoritama nisu dostupne, algoritmi su klasifikovani prema iskustvu. Ovo pojednostavljenje je, naravno, subjektivno i generalno nije validno. Međutim, posebno za istraživače koji nisu upoznati sa detekcijom QRS-a, ova klasifikacija može dati opštu ideju o neophodnoj procesorskoj snazi.

7. ZAKLJUČAK

Veliki broj algoritama za detekciju QRS-a je odraz potrebe za pouzdanom detekcijom QRS-a u obradi signala srca.

Osetljivost i specifičnost je danas moguća za oko 99,5% online QRS detektora, bez mnogo računskog opterećenja. Ove rangirane detekcije mogu biti dovoljne za kliničke primene, dok bolje performanse mogu biti neophodne za istraživačke svrhe. U tom slučaju, offline EKG analize, gde se mogu primeniti metode sa pretragom unazad, mogu da obezbede bolje performanse. Trenutno dostupno rangiranje algoritama za detekciju prikazuje samo ukupne performanse detektora. Ovi brojevi kriju probleme koji su još uvek prisutni u slučaju zašumljenih ili patološkog signala. Još uvek ne postoji zadovoljavajuće rešenje za ove probleme.

Mnogi od predstavljenih algoritama nisu bili testirani na standardnim bazama podataka ili bilo kojim bazama podataka uopšte. To rezultate čini teškim za upoređivanje i evaluaciju. Što se tiče ostalih problema u otkrivanju QRS-a, posebno algoritamskog ponašanja u slučaju signala sa prisutnim šumom i patološkog signala, samo evaluacije na standardnim bazama podataka mogu pokazati napredak, ili poboljšanja koja se postižu novim metodama.

8. LITERATURA

- [1] J. Pan and W.J. Tompkins, "A real-time QRS detection algorithm," *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 32, pp. 230-236, 1985.
- [2] Bert-Uwe Kohler, Carsten Hennig, Reinhold Orglmeister, "The Principles of Software QRS detection", *IEEE engineering in medicine and biology*, str. 42-57, januar/februar 2002. godine
- [3] Z. Dokur, T. Olmez, E. Yazgan, and O.K. Ersoy, "Detection of ECG waveforms by neural networks," *Med. Eng. Phys.*, vol. 19, no. 8, pp. 738-741, 1997.

Kratka biografija:



Radisav Stamenković rođen je u Somboru 1981. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacije odbranio je 2010.god.

UPRAVLJANJE IMOVINOM U DISTRIBUTIVNIM MREŽAMA UZ UVAŽAVANJE
POUZDANOSTI

RELIABILITY ASSET MANAGEMENT IN DISTRIBUTION NETWORKS

Anja Vorkapić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu dat je prikaz upotreba metoda Asset Management-a u distributivnim mrežama. Posebno je posvećena pažnja modularnom pristupu za proces donošenja odluka pri planiranju.

Abstract – This paper describes the use of methods of Asset Management in distribution networks. Specifically addressed a modular approach to decision-making process in planning.

Ključne reči: asset management, distributivna mreža, pouzdanost elektroenergetske opreme, održavanje

1. UVOD

Poslednjih godina teži se ka upotrebi Asset Management metoda u elektrodistribuciji. Cilj za primenu jeste kombinovana kontrola rentabilnosti i kvaliteta električne energije. Srodne korelacije između tehničkih i ekonomskih efekata Asset Management odluke su kompleksno i vremenski odvojene. Ovaj rad opisuje modularni pristup za proces Reliability Centered Asset Management. Primeri primene ovog procesa upravljanja sredstvima za distributivne sisteme predstavljaju definisanje i obračun komponente značaja i komponente stanja indeksa, koje se prethodno definišu. Detaljnom simulacijom ovih parametara određuje se njihova pouzdanost i ekonomski parametri u budućnosti. Detaljne i iznad svega obimne informacije o troškovima i pouzdanosti su od ključnog značaja za operatora, i njihov zadatak je da pronađu optimalnu ravnotežu između troškovne efikasnosti i kvaliteta električne energije. Aplikacije savremenih metoda Asset Management-a predstavljaju korelaciju između troškova i kvaliteta – čak i na osnovu ograničene dostupnosti podataka. Na današnjem liberalizovanom tržištu električne energije, u većini zemalja, mrežni operatori su suočeni u sa ključnim izazovom da nađu balans između cene efikasnosti i kvaliteta snabdevanja. Poseban cilj ove aplikacije je kombinovana kontrola ekonomičnosti i kvaliteta električne energije. Poseban cilj ove aplikacije je kombinovana kontrola ekonomičnosti i kvaliteta električne energije. Opšte je prihvaćeno da postoji veza između troškova energije sistema i kvaliteta sistema koje su u stanju da isporuče. Ulazni podaci nisu dostupni u odgovarajućoj količini i kvalitetu. Rad opisuje modularni pristup za proces Reliability Centered Asset Management (RCAM), koji je baziran na dostupnim podacima. U cilju praćenja

sveobuhvatnog pristupa, i ovaj proces zahteva određen model i podatke koji se još uvek teško stiču u operativnoj praksi današnjice. Predstavljena su dva primera primene za različite sisteme distribucije, uz naglašavanje različitih aspekata primene RCAM procesa.

2. TOK RELIABILITY CENTERED ASSET MANAGEMENT PROCESA [1]

RCAM proces je strukturiran u tri osnovna koraka, u kojima se razlikuju sledeći odvojeni moduli:

2.1. Analiza tekućeg procesa Asset Management-a

- Detaljna definicija prakse Asset Management-a
 - za posebne klase komponenti akcije preventivnog održavanja (npr. inspekcija ili revizija) su definisane u detalje i imaju uvažavajući sadržaj i potrebne resurse (osoblje, troškovi,...). Takođe, strategije zamene ili definicije životnog veka su definisane.
- Analiza načina otkaza i njihovih posledica
 - na nivou komponente, opisani su odgovarajući uzroci kvarova i njihove posledice. Pored toga karakterizovane su posledice otkaza različitih komponenti na kompletan sistem.
- Analiza prakse održavanja
 - ako su raspoložive odgovarajuće informacije u sistematičnom formatu događaji različitih načina otkazivanja su analizirani za različite klase komponenti koristeći dokumentaciju iz prethodnih aktivnosti.

2.2. Sistematična analiza mreže

- Kriterijum planiranja i analize mreže
 - što se tiče dugoročnog uspeha Asset Management-a, moraju biti utvrđeni i definisani odgovarajući kriterijumi za planiranje razvojne mreže, kao i različiti scenariji za razvoj mreže. I tehnički i ekonomski zahtevi treba da budu uzeti u obzir. Definisani kriterijumi za planiranje su smernice za komponente zamene i mrežne priključke.
- Proračun značaja komponenti
 - značaj komponenti, koristeći probabilističke indekse pouzdanosti napajanja, prvo mora da se definiše na odgovarajući način. Proračun treba da omogući adaptaciju baziranu na pravilima (eng. rule-based possibilities for adaptations)
- Proračun stanja komponenti
 - pogodna definicija stanja indeksa je najvećeg značaja. Određuju je relativne karakteristike i srodni

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Nimrihter, vanredni prof.

težinski faktori. Opet, plan zasnovan na pravilima treba da omogućiti adaptaciju baziranu na pravilima (eng. rule-based possibilities for adaptations).

2.3. Sinteza optimizovane strategije Asset Management-a

- Prognoza otkaza komponenti
 - modeli za prognozu pouzdanosti komponenti koji zavise od relevantnih uticajnih faktora kao npr. starosti i istorije održavanja su ključni uslovi za definisanje dugoročne uspešne strategije.
- Definicija optimizovane Asset Management strategije
 - korišćenje delimičnih rezultata koje daju prethodni moduli – posebno u pogledu definisanja odgovarajuće akcije, tehničkih i ekonomskih efekata strategije i prognoze komponente neuspeha. Ovaj korak pruža neophodne informacije za podršku procesu odlučivanja u određivanju optimizovane Asset Management strategije.
- Statistička posmatranja
 - stohastički uticaj prekida pojava na obe komponente i na nivou sistema zahteva posvećenost statističkim snimanjima relevantnih podataka u cilju otkrivanja trendova i njihovih mogućih uzroka što je ranije moguće. Štaviše, poboljšanje baze podataka je veoma važno za Asset Management.

U stvarnoj primeni ovog modularnog pristupa, obično se svi koraci ne mogu izvršiti iz više različitih razloga. Često može biti slučaj da nisu svi potrebni modeli i podaci dostupni, da su relevantni zadaci već izvršeni ili da postoje prihvatljive pretpostavke i mogu se koristiti kao zamena za rezultate pojedinih modula. Modularna struktura omogućava da se proces prilagodi individualnim potrebama.

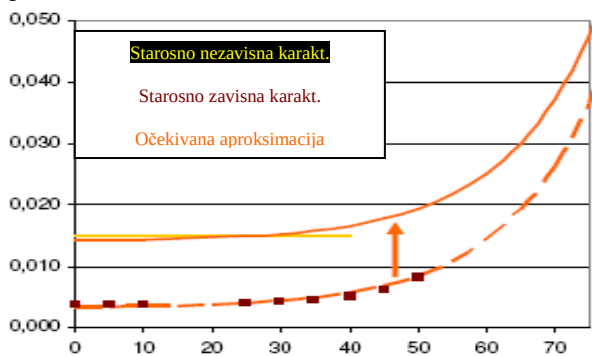
3. PODACI O POUZDANOSTI KOMPONENTE

Odluke o strategijama za upravljanje imovinom imaju uticaj na pouzdanost mrežnih komponenti. Povećanje veka ili smanjenje napora održavanja, npr. vodi ka porastu intenziteta otkaza pogođene komponente. Modelovanje takvih uticaja je važno sredstvo metoda upravljanja. Međutim, zahtevani modeli i podaci često nisu raspoloživi. Model, kao što je npr. eksponencijalna funkcija je jednostavan za analizu. Stopa otkaza f u zavisnosti od starosti t u skladu je sa jednačinom (1) – koja je sposobna da se prilagodi posmatranoj istoriji događaja i lako mogu da se odrede parametri.

$$f(t) = a + b \cdot e^{ct} \quad (1)$$

Na Slici 1. dat je primer ovog pristupa za SN uljne kablove, gde je prikazana zavisnost stope neuspeha ($1/a$) od starosti a . Ova karakteristika je predstavljena eksponencijalnim godišnjim modelom koji je prvo prilagođen rezultatima prethodno pomenute specijalne statistike otkaza za uljne kablove. Parametri a, b i c su pomćni parametri. Koristeći parametar a , eksponencijalna funkcija se tada pomera tako da bi se prilagodila intenzitetu otkaza starosno nezavisne VDN statistike [1] u prvih 40 godina. VDN statistika daje bolju reprezentaciju

nivoa ukupne pouzdanosti zbog njene velike baze podataka.



Slika 1. Aproximacija intenziteta otkaza za SN uljne kablove

4. PRIMER PRIMENE

4.1. Simulacija tehničkih i ekonomskih performansi

Jedan veliki izazov u Asset Management-u je drugačija vremenska skala za ekonomski i tehnički efekat odluke. Promene u preventivnom održavanju ili zamene komponenti će u u najvećem broju slučajeva dovesti do momentalnog ekonomskog efekta, ali tehnički efekti – posebno snabdevanje, pouzdanost, verovatno će se pokazati tek u sledećih nekoliko godina. Zbog toga je veoma važno da se simuliraju očekivane performanse u zavisnosti od odluka današnjice. Takve simulacije zahtevaju, naravno, odgovarajuće modele za prognozu komponenti pouzdanosti. U ovom primeru, robustan model zasnovan je na eksponencijalnoj funkciji. Takođe, odgovarajuće cene modela moraju da budu uvažene.

U ovom primeru, imamo sledeće vrste troškova: investicioni troškovi / vrednosti imovine, troškovi preventivnog održavanja, troškovi kvara kliringa (u zavisnosti od neuspeha performansi), troškovi popravke (u zavisnosti od neuspeha performansi).

Suma od prethodne tri vrste troškova je dizajnirana kao OPEX (operating expense, operativni troškovi) u ovom primeru. Dodatni aspekti troškova, npr. prekid troškova, može lako biti uključen u analizu.

Razmatraju se tri različita scenarija SN distributivnog sistema:

- Bazni scenario

Pretpostavlja se da se operacija mreže nastavlja kao i obično, odnosno raspored preventivnog održavanja se ne menja i tehnički životni vek je 40 godina za sve komponente.

- Bez preventivne zaštite

Rasporedi preventivnog održavanja su ponovo isti, ali se pretpostavlja da se preventivna zamena ne koristi, odnosno komponente ostaju u funkciji sve dok izdrže.

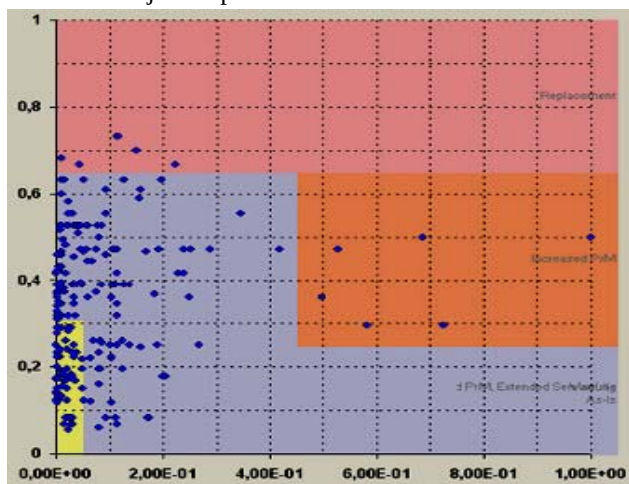
- Kompleksni scenario

Sve mrežne komponente su, uzimajući u obzir njihov prioritet, značaj komponente i stanja komponente. (Slika 2.).

Ovaj pristup održavanju, u svetu je poznat kao RCM – Reliability Centered Maintenance. Pretpostavka primene

ovakvog pristupa održavanju je lociranje manje pouzdanih elemenata u pogonu.

U zavisnosti od prioriteta, komponente su zamenjene po oblastima. U ružičastoj oblasti su komponente velikog značaja, a dosta lošeg stanja. U narandžastoj oblasti su komponente tretirane sa povećanim, a u žutoj sa smanjenim intenzitetom preventivnog održavanja i produženog radnog veka. U plavoj oblasti, rad se nastavlja u baznom scenariju. Na apscisi je predstavljen značaj, a na ordinati stanje komponenti.



Slika 2. Komponente prioriteta SN sistema

5. ODRŽAVANJE ELEKTROENERGETSKE OPREME UZ UVAŽAVANJE UZROKA KVARA [2]

Kao primer uzeli smo Elektrovojvodinu, preduzeće za distribuciju električne energije, čiji je osnovni zadatak da potrošačima isporučuje energiju sa što većim nivoom kvaliteta.

Da bi se taj cilj postigao, moraju se na stručan način pratiti pokazatelji kvaliteta električne energije. Ovi pokazatelji se mogu podeliti u dve grupe. Prvu grupu čine pokazatelji kvaliteta ili neprekidnosti isporuke, od kojih se u svetu najčešće koriste ENS, SAIFI, SAIDI i CAIDI. Ovi pokazatelji se kontinuirano prate u Elektrovojvodini od 2002. godine. Drugu grupu čine pokazatelji kvaliteta isporučene električne energije, a to su osnovne karakteristike napona kod potrošača – havarija na visokonaponskoj opremi.

Na osnovu ovih analiza, pristupilo se nabavci savremenih dijagnostičkih uređaja, za svu opremu koja ima najniži nivo pouzdanosti. Merenjima i ispitivanjima karakteristika opreme, indukuju se manje pouzdani elementi i planira se selektivno održavanje upravo tih elemenata. Time se postiže veća pouzdanost elektrodistributivnog sistema, uz minimizaciju troškova održavanja.

5.1. Pokazatelji kvaliteta isporuke električne energije

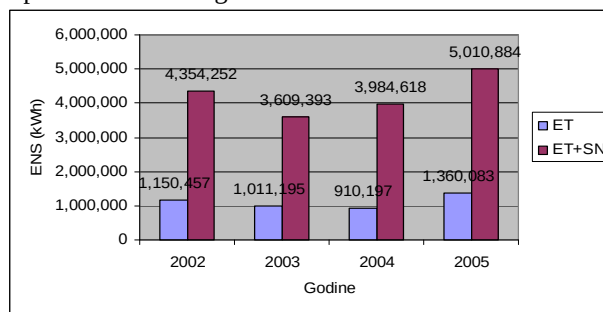
Pregled pokazatelja je urađen na način kako se to niz godina unazad radi u distribucijama razvijenih zemalja [3].

5.1.1. Neisporučena električna energija zbog prekida napajanja potrošača

Kada se ocenjuje kvalitet isporuke električne energije, najvažniji pokazatelj je prekid isporuke. Zavisno od karakteristika potrošača, prekid isporuke može izazvati veće ili manje štete, ali uvek su posledice neprijatne po

potrošača. Preko pokazatelja ENS (Energy Non Supplied), prikazuje se ukupno neisporučena električna energija potrošačima u toku posmatrane godine.

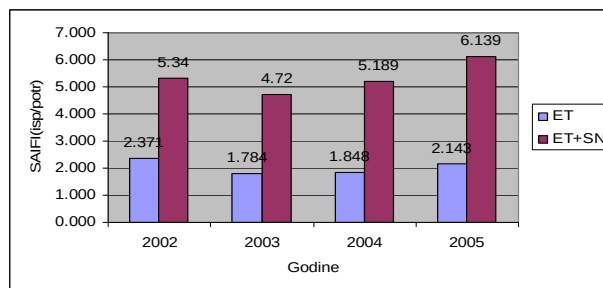
Zbog pravilne analize uticaja elemenata mreže i uzroka prekida napajanja, dat je prikaz pokazatelja posebno za ET i zbirno za ET i SN mrežu. Na Grafiku 1. prikazan je ENS u posmatrane četiri godine:



Grafik 1. ENS za ET 110/x i ET 35/x kv

5.1.2. Prosečna učestanost prekida napajanja po aktivnom potrošaču

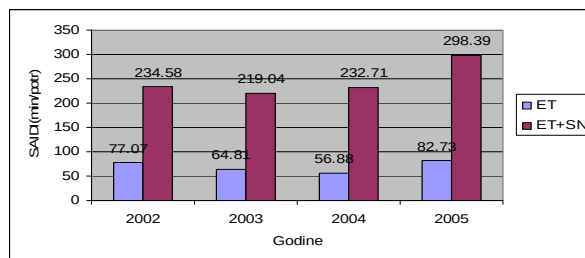
Pokazatelj koji najuverljivije pokazuje broj stanja u kojima potrošači ostaju bez napajanja, je SAIFI (System Average Interruption Frequency Index). Preko ovog pokazatelja prikazano je koliko puta je prosečno, svaki priključeni potrošač ostao bez električne energije, zbog ispada samo ET, i zbirno ET i SN mreže. Na Grafiku 2. prikazan je SAIFI u posmatrane četiri godine:



Grafik 2. SAIFI za ET 110/x i 35/x kv

5.1.3. Prosečno trajanje prekida po aktivnom potrošaču

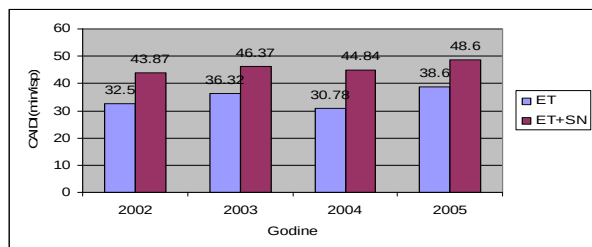
Pokazatelj koji najbolje prikazuje ukupno vreme koje potrošači ostaju bez električne energije, je SAIDI (System Average Interruption Duration Index). Preko ovog pokazatelja prikazano je koliko je prosečno vremena, svaki priključeni potrošač ostao bez električne energije, zbog ispada samo ET, i zbirno ET i SN mreže. Na Grafiku 3. prikazan je SAIDI u posmatrane četiri godine:



Grafik 3. SAIDI za ET 110/x i 35/x kv

5.1.4. Prosečno trajanje prekida ispalog potrošača

Pokazatelj koji prikazuje vreme koje je potrebno da prosečan potrošač koji je ostao bez električne energije, ponovo dobije napajanje, je CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index). Prikazan je trend promene ovog pokazatelja, zbog ispada samo ET, i zbirno ET i SN mreže. Na Grafiku 4. prikazan je CAIDI u posmatrane četiri godine:



Grafik 4. CAIDI za ET 110/x i 35/x kV

Iz ovog prikaza može se zaključiti da nije postignut trend poboljšanja ni na jednom pokazatelju, u periodu od četiri godine. Objašnjenje se može naći u činjenici da planirane aktivnosti, koje su predlagane u izveštajima iz prethodnih godina, nisu dosledno, u potrebnom obimu i potrebnom dinamikom sprovedene.

Poslove održavanja treba postaviti kao centralnu aktivnost, od planiranja do realizacije, i ako se oni u planiranoj meri sprovode ova četiri pokazatelja bi trebala imati trend poboljšanja, što u ovom primeru nije slučaj.

5.2. Analiza velikih kvarova (havarija) elektroenergetske opreme

Zbog starosti, loših konstruktivnih karakteristika i nepostojanja adekvatne dijagnostičke opreme za otkrivanje kvarova u ranoj fazi, dešava se veliki broj kvarova tipa havarija. Prilikom takvih događaja, osim kvara direktno pogođene opreme, najčešće dolazi do sekundarnih oštećenja većeg broja elemenata postrojenja, u neposrednoj blizini. U takvim slučajevima, pored prekida isporuke električne energije potrošačima, dolazi do materijalnih šteta većeg obima i otklanjanje kvara često traje više dana.

5.3. Novi pristup održavanju

Početkom 2002. godine u Elektrovojvodini je započeta analiza pokazatelja kvaliteta isporuke električne energije. Nakon četvorogodišnje obrade, analize pokazatelja su nametnule, kao dugoročni zadatak, unapređenje kvaliteta održavanja elemenata elektroenergetskih postrojenja, primenom RCM metode. Kako bi održavanje postalo optimalno sa ciljem minimizacije troškova, bilo je potrebno u centar pažnje postaviti najmanje pouzdane elemente postrojenja. Sistematskim, višegodišnjim praćenjem i analizom uzroka prekida napajanja, otkrivena je oprema čija je pouzdanost najniža i čije održavanje treba postaviti u centar pažnje. Ali zbog velikog broja opreme, koja je indikovana kao manje pouzdana, nije bilo moguće sve njih istovremeno zameniti niti remontovati. Zbog toga se pojavio novi zadatak – kako u okviru skupa indikovane opreme pronaći one elemente koji su najmanje pouzdani, kako bi sa redosledom pristupa postigli optimizaciju troškova održavanja. To je moguće postići

primenom savremenih, mikroprocesorskih uređaja za merenja i ispitivanja pokazatelja stanja opreme u pogonu. Tako se lociraju nepouzdati elementi i otklanjaju kvarovi na njima u ranoj fazi, kako bi se planom održavanja prevideli neophodni radovi na popravci ili zameni ovih elemenata.

6. ZAKLJUČAK

Teoretsko obrazloženje novog pristupa održavanju polazi od sadašnje prakse održavanja i rezultata dobijenih analizom pokazatelja kvaliteta isporuke električne energije. Analizom uzroka ispada dolazi se do identifikacije manje pouzdanih elemenata postrojenja. Primenom uređaja za dijagnostiku stanja opreme u pogonu, lociraju se nepouzdati elementi i održavanje se usmerava na njih. RCM pristup održavanju je dobio podlogu za potpunu primenu u praksi.

Postavljeni ciljevi se sastoje u povećanju pouzdanosti elektroenergetske opreme i povećanju kvaliteta isporuke električne energije, a na ovakav način se istovremeno postiže i smanjenje troškova održavanja.

Danas, se najviše teži tome da se smanje troškovi rada u mreži – a da se ne ugrozi kvalitet snage, čak i da se kvalitet preuzete snage poboljša. Tako je ključno pitanje za mrežne operatere kako pronaći optimalni balans između troškovne efikasnosti i kvaliteta električne energije. U tom kontekstu, eksplicitne Asset Management metode postaju neophodne. Za podržavanje te odluke na najbolji mogući način, potrebno je detaljno i iznad svega precizno kvantifikovati informacije o troškovima, kao i informacije o pouzdanosti - uključujući prognoze budućnosti performansi u cilju obezbeđivanja dugoročnog uspeha.

7. LITERATURA

[1] Michael Schwan, Klaus Schilling, Anderson Arssufi De Melo, „RELIABILITY CENTERED ASSET MANAGEMENT IN DISTRIBUTION NETWORKS (PROCESS AND APPLICATION EXAMPLES)”, Paper 0682, 19th International Conference on Electricity Distribution, CIRED, Vienna, 21-24 May 2007.

[2] Milanko Radić, Dušan Radić, „ONE NEW APPROACH TO MAINTENANCE OF ELECTRICAL POWER EQUIPMENT IN 110/X kV SUBSTATIONS”, Paper 0119, 19th International Conference on Electricity Distribution, CIRED, Vienna, 21-24 May 2007.

[3] Milanko Radić, Podaci sektora eksploatacije Elektrovojvodine

Kratka biografija:



Anja Vorkapić rođena je u Somboru 1985., završila je gimnaziju „Nikola Tesla“, opšti smer, u Apatinu. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranila 2010. godine

ANALIZA POSTUPAKA STRUKTURNOG KABLIRANJA SA PRIMERIMA

ANALYZE OF METHODS OF STRUCTURED CABLING WITH EXAMPLES

Boban Nalić, Željko Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je postupak strukturnog kabliranja-načina organizacije pasivnih komponenti računarske mreže. Opisane su osnovne pasivne komponente računarske mreže i prikazane su njihove karakteristike. Dat je prikaz referentnih modela i mrežnih topologija kao osnova svake računarske mreže. Ukazano je na osnovna pravila kojih se treba pridržavati prilikom strukturnog kabliranja računarskih mreža. Takođe, prikazan je primer strukturnog kabliranja na tri objekta, kao i njihovo međusobno povezivanje.

Abstract – Structure cabling is described in this paper. Principal passive computer network components are described. Reference models and network topologies are explained. The most important rules for structure cabling are pointed out. Example of structure cabling in three buildings and their interconnection is presented.

Ključne reči: strukturno kabliranje.

1. UVOD

Računarska mreža je pojam koji se odnosi na računare i druge uređaje koji su međusobno povezani kablovima ili na druge načine, a u svrhu razmene i deljenja podataka i međusobne komunikacije. U računarskoj mreži, osim računara mogu biti i habovi (razvodnici), svičevi (skretnice, komutatori) i ruteri (usmerivači). Za prenos podataka sa jednog mesta na drugo mogu se koristiti različite tehnologije, uključujući kablove, radio talase i mikrotalasni prenos. U principu, bilo kakva veza između dva računara koji dele podatke ili resurse može da se nazove računarskom mrežom.

Potreba za umrežavanjem javlja se kao posledica sve veće potrebe za razmenom podataka i informacija među ljudima.

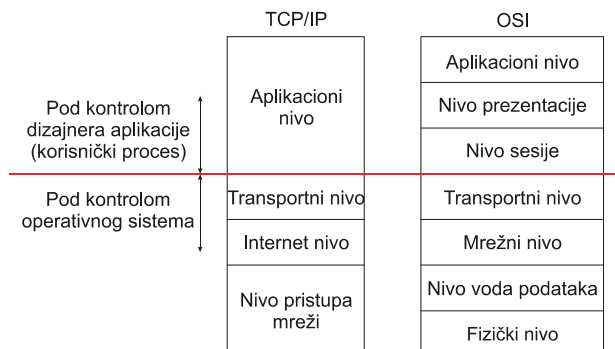
2. REFERENTNI MODELI

U početku, svaki proizvođač mrežne opreme imao je svoje standarde. Gotovo je bilo nemoguće umrežavanje računara sa opremom različitih proizvođača. Bilo je jasno da se mora usvojiti neki model koji bi omogućio povezivanje računara bez obzira na proizvođača. Danas, dva najkorišćenija referentna modela su OSI i TCP/IP.

Međunarodna organizacija za standardizaciju ISO je krajem 1979. kreirala referentni model OSI, a 1984. godine štampala je reviziju ovog modela koja je postala međunarodni standard i vodič za umrežavanje.

NAPOMENA:

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



Slika 1. TCP/IP i OSI referentni nivoi

OSI referentni model ili referentni model za otvoreno povezivanje sistema (eng. Open Systems Interconnection) najkorišćeniji je apstraktni opis arhitekture mreže. Opisuje interakciju uređaja (hardvera), programa, servisa (softvera) i protokola pri mrežnim komunikacijama.

Naziv otvoreni sistem (javni) potiče od toga što ga je moguće stalno modifikovati, i to na taj način da u tome mogu svi da učestvuju.

Svaka izmena koja bi se prihvatila i implementirala postala bi standard.

OSI referentni model se sastoji od sedam nivoa koji mogu da se razdvoje u dve grupe:

1. Prvu grupu čine gornja tri sloja (aplikacije, prezentacije i sesije). Ova grupa ima ulogu da opiše proces interakcije korisnik-računar, rad korisnika sa aplikacijama i proces komunikacije aplikacija među sobom kao krajnjim tačkama

2. Druga grupa je sačinjena od donja četiri sloja (fizički sloj, sloj veze, mrežni i transportni sloj). Ova grupa definiše kako se prenose informacije sa jednog na drugi kraj odnosno od jednog do drugog korisnika. Pri projektovanju računarske mreže, od mnogo većeg značaja je upravo ova grupa.

TCP/IP referentni model je referentni model koji je koristio ARPANET a nasledio ga je današnji Internet.

ARPANET je bila istraživačka računarska mreža koju je finansiralo Ministarstvo odbrane Sjedinjenih Američkih Država. Danas se smatra prvom regionalnom računarskom mrežom. Ona je povezivala stotine univerziteta i istraživačkih ustanova putem iznajmljenih telefonskih linija.

Kada su se kasnije pojavile radio i satelitske mreže, postojeći protokoli su naišli na teškoće pa je bila potrebna nova referentna arhitektura. Zbog toga je razvijen četvoroslojni referentni model TCP/IP za mrežu sa komutacijom paketa, zasnovanu na međumrežnom sloju bez direktnog uspostavljanja veze.

Slojevi TCP/IP referentnog modela su:

- sloj za povezivanje računara sa mrežom
- međumrežni sloj
- transportni sloj
- sloj aplikacija

3. TOPOLOGIJA MREŽE

Pojam mrežna topologija odnosi se na fizički raspored računara, kablova i drugih komponenti mreže. Mogućnosti mreže koju koristimo zavise od njene topologije, a takođe i od vrste i mogućnosti opreme i načina upravljanja mrežom. Mrežna topologija podrazumeva niz uslova, od nje zavisi npr. ne samo tip kablova koji će se koristiti već i način postavljanja kroz zid, pod ili plafon.

Od topologije zavisi kako računari međusobno komuniciraju u mreži, različite topologije zahtevaju drugačije metode komunikacije a metod komunikacije ima veliki uticaj na mrežu.

Svi mrežni planovi potiču od tri osnovne topologije:

- 1) Magistrala – često se naziva i linijska ili linearna magistrala. To je najjednostavniji način umrežavanja računara. Sastoji se iz kabla koji se naziva stablo ili kičma (engl. backbone) koji sve računare povezuje pravolinijski. Magistrala je pasivna topologija. Računari osluškuju samo podatke koji su poslani u mrežu i nisu odgovorni za premeštanje podataka sa jednog na drugi računar.
- 2) Prsten - u ovoj topologiji računari se kružno povezuju kablom. Signal putuje po petlji u jednom smeru i prolazi kroz svaki računar. Za razliku od magistrale, svaki računar se ponaša kao repetitor koji pojačava signal i šalje ga sledećem računaru. Pošto signal prolazi kroz čitavu mrežu, otkazivanje jednog od računara utiče na celokupnu mrežu. Da bi se izbeglo otkazivanje mreže pri gašenju računara ova topologija koristi habove koji u svojoj unutrašnjosti simuliraju prsten i reležima ga zatvaraju ukoliko je neki računar u prstenu ugašen.
- 3) Zvezda - u topologiji zvezde računari su povezani segmentima sa centralnom komponentom (habom ili svičem). Signal se prenosi od računara koji ga šalje, kroz svič, do svih ostalih računara u mreži (u slučaju haba) odnosno do računara primaoca (u slučaju sviča). Ovakav tip nastao je u doba kada su računari bili povezani sa centralnim računarom. Pošto je svaki računar povezan sa centralnim mestom, ova topologija zahteva dosta kablova da bi se instalirala veća mreža. Ukoliko centralno mesto otkáže, otkazuje i cela mreža. Ukoliko otkáže jedan računar ili se pokvari jedan kabl koj vodi do sviča, samo taj računar neće moći da šalje i prima podatke dok ostatak mreže normalno nastavlja sa radom

4. LOKALNE MREŽE

Lokalne mreže (engl. *Local Area Networks, LAN*) jesu privatne mreže unutar jedne zgrade ili jednog organizacionog područja raspona do 5 km. Koriste se za povezivanje ličnih računara i radnih stanica u kancelarijama i pogonima firmi radi zajedničkog korišćenja resursa i razmene informacija. Razlikuju se od drugih mreža po veličini, tehnologiji prenosa podataka i topologiji.

U lokalnim mrežama prenos podataka se može ostvariti pomoću kabla za koji su priključeni svi računari. Brzina prenosa u klasičnim lokalnim mrežama kreće se od 10 Mb/s do 100 Mb/s, kašnjenje je malo a greške retke. Nove lokalne mreže rade brzinama i do 10 Gb/s.

4.1. Ethernet

Ethernet (engl. *Ethernet*) je protokol i najkorišćenija tehnologija lokalnih računarskih mreža, opisana velikim brojem IEEE 802.3 standarda, koji definišu tehnologije fizičkog i sloja veze referentnog OSI modela. Prvobitno je izvedena u topologiji magistrale na zajedničkom koaksijalnom kablom sa protokolom koji dinamički određuje kako računari pristupaju mreži (CSMA/CD). Ethernet danas širi svoj opseg primenljivosti na MAN i WAN mreže, ima topologiju zvezde ili stabla, dok kao medijum koristi bakarne i optičke kablove.

Pored osnovne funkcije deljenja zajedničkih resursa u lokalnoj mreži, ima i funkcije pristupa (internetu), okosnice među mrežama i distribucije podataka na veće udaljenosti. Ethernet definiše kako se računari vezuju na računarsku mrežu, tehnologiju koja se koristi za prenos signala, potom način kako računari pristupaju datoj mreži, brzinu prenosa, način signalizacije i kodiranja informacija, kao i veličinu i format paketa informacije koji se koristi pri komunikaciji.

5. PASIVNA MREŽNA OPREMA

Komponente svake LAN mreže (serveri, računari, štampači, svičevi...) moraju biti fizički povezani sa kablovima. Postoji mnogo rešenja za postavljanje kablova u računarskim mrežama. Cena i namena mreže, njena topologija, moguća brzina prenosa, isplativost, mogućnost fizičkog proširenja – sve su to faktori koji utiču na odabir načina postavljanja kablova. Tri osnovna tipa kabla koji se koriste u računarskim mrežama su:

- 1) Kabl sa upredenim bakarnim paricama (engl. *twisted – pair cable*) je najjeftiniji i najrasprostranjeniji prenosni medijum. Javlja se u dve izvedbe:

Neoklopljeni UTP kabl je najpopularnije i najčešće korišćeno rešenje za povezivanje elemenata u računarskim mrežama. Kvalitet UTP kabla može varirati u zavisnosti od prečnika parice i kvaliteta i debljine njene izolacije. UTP kabl koji se najčešće sreće u računarskim mrežama je sastavljen od četiri para žica (parica) unutar gumenog omotača. Svaki par žica je upleten kako bi se smanjilo preslušavanje. U principu, danas su najviše u upotrebi kategorije 5e i 6. Jedno od ograničenja koje treba imati u vidu prilikom korišćenja UTP kablova jeste da jedan segment kabla ne sme preći 100 metara dužine. Standardni konektor za UTP kabl nosi oznaku RJ-45.

Oklopljeni STP kabl se sastoji od parica, od kojih je svaka obmotana metalnom folijom da bi se sprečili spoljašnji elektromagnetni uticaji (efekat preslušavanja nastao elektromagnetnom indukcijom od signala iz susedne parice, spoljašnji elektromagnetni uticaji i dr.).

- 2) Koaksijalni kabl ima jezgro od čvrste bakarne žice oko koje se nalazi izolator. Oko izolatora je cilindrični provodnik napravljen od gusto upletene bakarne mrežice. Preko njega dolazi zaštitni plastični omotač. Konstrukcija i električne zaštita koaksijalnog kabla omogućavaju mu dobru kombinaciju velikog propusnog opsega i otpornosti na smetnje. Postignut propusni opseg zavisi od kvaliteta kabla, njegove dužine i odnosa signala prema šumu. Savremeni koaksijalni kablovi imaju propusni opseg blizu 1 GHz. Može se upotrebiti za povezivanje računara na većoj udaljenosti nego UTP kabl, za iste bitske protoke. Koaksijalni kablovi su ranije široko

korišćeni za međugradske i međudržavne veze u telefonskim sistemima, ali su danas na tim vezama u velikoj meri zamenjeni optičkim kablovima.

Međutim, i dalje se masovno koriste za kablovsku televiziju i gradske mreže.

3) Fiber - optički kabl se sastoji od jezgra, napravljenog od čistog stakla i od omotača, napravljenog takođe od stakla čiji je indeks prelamanja niži od indeksa prelamanja jezgra. To je tanki i savitljivi medijum koji provodi svetlosne impulse, pri čemu svaki impuls predstavlja jedan bit (svetlosni impuls predstavlja bit 1 a odsustvo impulsa bit 0). Optički kabl podržava izuzetno velike brzine prenosa, čak do nekoliko desetina gigabita po sekundi. Ovi kablovi su otporni na elektromagnetne smetnje i imaju zanemarljivo slabljenje do razdaljine od nekoliko kilometara.

6. STRUKTURNO KABLIRANJE

Svojevremeno sa pojavom lokalnih računarskih mreža nisu postojala nikakva pravila na osnovu kojih bi se vršilo postavljanje mrežnih kablova (kabliranje) u okviru neke zgrade, objekta ili između njih. Mrežni kablovi su postavljani po svojevolskom nahođenju i proceni pojedinca obično vođenih idejom najlakše, najjednostavnije i najkraće putanje.

Međutim, nasumice i bez plana postavljeni kablovi sa početkom rasta lokalnih računarskih mreža, tj. sa porastom broja računara u lokalnim mrežama, počinju da predstavljaju problem kako za administratore tih lokalnih mreža tako i za sam razvoj te mreže. Naime, u haotičnoj i neplanski urađenoj mreži vrlo je teško definisati lokaciju kvara i otkloniti ga u što je moguće kraćem vremenskom roku. Situacija se dodatno pogoršala uvođenjem u primenu novih mrežnih tehnologija, koje funkcionišu na različite načine i sa različitim kablovima, i sa povećanjem brzina lokalnog mrežnog saobraćaja.

Rešenje je nađeno sredinom 1995. godine u vidu međunarodnih standarda koji definišu ovu oblast (ISO/IEC 11801). Tada je nastao koncept strukturnog kabliranja. Suština dogovorenog koncepta je da se obuhvate i standardizuju ne samo računarske i telefonske mreže već i razni sistemi prenosa audio-video signala i alarmno-komandni sistemi. Ti koncepti danas su poznati kao koncepti inteligentnih zgrada.

Realnu suštinsku prednost strukturnog kabliranja predstavlja upotreba jedinstvenog kablovskog sistema za sve instalacije kojima se prenose bilo kakve informacije u određenom frekventnom opsegu. Taj sistem obuhvata prenos audio-video signala, komandnih (upravljačkih) signala i brz prenos podataka. Koncept strukturnog kabliranja treba da omogući da se posle instalacije kablova cela mreža prekonfiguriše na drugačiji način u zavisnosti od potreba korisnika ali bez ikakve intervencije na samim kablovima duži vremenski period, oko 20 godina. Taj cilj je ostvaren korišćenjem razdelnika, odnosno namenskih aktivnih uređaja određene tehnologije (Switch-ovi, telefonske centrale, itd.). Neke od glavnih prednosti strukturnog kabliranja bile bi: fleksibilnost sistema, jednostavna i efikasna administracija mreže, skalabilnost (lako proširivanje mreže u skladu sa potrebama), nezavisnost od tipa aktivnih uređaja računarske i telefonske mreže, priključenje opreme koja nema odgovora-

jujuće konektore korišćenjem adaptera, smanjenje troškova održavanja nakon instalacije sistema (nema dodatnih ulaganja sredstava). Sistemi strukturnog kabliranja se realizuju na 3 nivoa:

1) Horizontalno kabliranje ili kabliranje spratova se odnosi na deo kablovskog sistema između spratnog razdelnika i zidne utičnice. Konceptom strukturnog kabliranja određeno je da se na delu sistema između spratnog razdelnika i zidne utičnice koriste bakarni parični kablovi kategorije 5e ili 6 (Cat5e ili Cat6) ili optički multimodni kablovi pri čemu maksimalna dužina bakarnih kablova ne sme da pređe 90 metara dužine. U slučaju da se koriste optički kablovi sistem nosi naziv FTTD (engl. *Fiber To The Desk*).

Standardi predviđaju upotrebu dve vrste multimodnih optičkih kablova i to kablove sa jezgrom čiji prečnik je 50 ili 62 μm . Horizontalno kabliranje obuhvata najveći broj kablova u celom kablovskom sistemu pa samim tim zahteva i najveći utrošak vremena za instalaciju.

2) Vertikalno kabliranje odnosi se na deo kablovskog sistema koji povezuje spratne razdelnike sa razdelnikom zgrade (objekta). Najjednostavnije ga je predstaviti kao kičmu mreže između spratova objekta koji se umrežava pa nosi i naziv kičma zgrade. Po standardima pri vertikalnom kabliranju za prenos podataka i video signala se koriste multimodni optički kablovi dok za prenos alarmnih, upravljačkih i govornih signala se koriste bakarni parični provodnici kategorija Cat5e i Cat6. Dužina kablova za vertikalno kabliranje ne bi trebalo da pređe 500 metara dužine po standardima.

3) Kabliranje kampusa se odnosi na kabliranje između razdelnika zgrada i kampusa. Ovaj način kabliranja je vrlo sličan vertikalnom kabliranju jer se za prenos podataka i video signala koriste multimodni optički kablovi dok se za prenos alarmnih, upravljačkih i govornih signala koriste bakarni parični provodnici kategorija Cat5e i Cat6. Dužina kablova za kabliranje kampusa ne sme preći 1500 metara.

Prilikom postavljanja kablova treba se pridržavati određenih pravila. Putanje kojom prolaze kablovi se nazivaju trase. Trase kablova se određuju na osnovu niza pravila a neki od tih pravila su da svi kablovi moraju imati zaštitu od fizičkog oštećenja (ako je objekat u izgradnji onda se kablovi polažu u zidove objekta, ako se radi naknadna instalacija svi kablovi moraju biti u kablovskim kanalicama), da se instaliraju na određenoj udaljenosti od izvora elektromagnetnih zračenja (strujni vodovi), da se kablovske trase rade pod pravim uglovima, itd.

7. REALIZACIJA STRUKTURNOG KABLIRANJA

Cilj ovog projekta je prikaz mogućeg rešenja za uvođenje računarske mreže i međusobno povezivanje tri ustanove na teritoriji grada Bačka Palanka. To su: Centar za socijalni rad, Starački dom i Crveni krst. Zadatak je bio:

- izvršiti kabliranje svake od navedenih ustanova
- unutar svake ustanove povezati sve računare u jednu računarsku mrežu
- izvršiti međusobno povezivanje ove tri ustanove
- omogućiti implementaciju TCP/IP protokola kao protokola mrežnog i transportnog sloja
- omogućiti pristup Internetu iz svake tačke u mreži

- ostaviti mogućnost budućeg proširenja mreže

Uzimajući u obzir sve navedene zahteve, a u skladu sa arhitekturom objekata u kojima se vrši uvođenje mreže opredelio sam se za:

- fizičku topologiju zvezde u sve tri ustanove
- aktivna mrežna oprema je po standardu IEEE 802.3
- čvorište u svakoj ustanovi je ili u izolovanoj prostoriji ili na najmanje „prometnom“ mestu
- implementiran je TCP/IP protokol
- svaka mreža je organizovana kao klijent server model

Mreža je projektovana tako da zadovolji potrebama specificiranim standardima ISO 11801, što obezbeđuje prenos signala od 250 MHz. Standardom ISO 11801 je predviđeno nekoliko mogućih tipova provodnih kablova, međusobno različitih po konstrukciji i karakterističnoj impedansi. Za realizaciju horizontalne mreže odabrano je rešenje sa kablovima kategorije 6 (CAT6, prikazan na slici 2) karakteristične impedanse 100Ω i tipom povezivanja T568B.



Slika 2. UTP kabl kategorije 6

Mehaničke karakteristike CAT6 kabla su:

- prečnik bakarnih provodnika je 0,511mm (24 AWG)
- 8 provodnika, tj. 4 parice
- radni opseg temperatura je od -20°C do $+60^{\circ}\text{C}$
- minimalni poluprečnik savijanja je 8 puta poluprečnik kabla

Na krajevima kabla se nalaze modul tipa RJ-45 i konekcionni blok. Na ulasku u modul i konekcionni blok nije moguće zadržati upredanje parica, pa je ovaj neupredeni deo podložan indukciji smetnji u kabl. Za CAT6, standard predviđa da neupredeni deo treba da bude što je moguće kraći i da ne sme biti duži od 13mm, a spoljašnja zaštita kabla ne sme biti skinuta više od 25mm.

7.1. Testiranje provodničke instalacije

Standard ISO 11801 definiše potrebne karakteristike instaliranog generičkog kablovskog sistema. Objekat merenja u generičkom kablovskom sistemu je veza (link). Link je prenosni put signala između interfejsa ka sistemu (utičnice u radnom prostoru) i mesta spajanja kabla za LAN opremu na patch panelu. U vezu koja se posmatra su uključeni:

- utičnica u radnom prostoru
- horizontalni kabl
- patch panel (deo prema računarskoj opremi)
- patch kabl.

Kablovi u radnom prostoru, kablovi za LAN opremu, kao i adapteri za specifične aplikacije nisu deo linka.

Karakteristike koje se mere su:

- karakteristična impedansa
- potiskivanje reflektovanog signala
- slabljenje
- preslušavanje između parica na bližem kraju kabla
- odnos preslušavanja i slabljenja signala
- otpor provodnika jednosmernoj struji
- vreme prostiranja signala
- tačnost povezivanja provodnika na mestima prespajanja
- dužina provodnika.

8. ZAKLJUČAK

Strukturno kabliranje predstavlja temelj svake računarske mreže. Da bi se kabliranje sprovedo po pravilima i standardima, neophodno je uraditi projekat računarske mreže sa svom pratećom dokumentacijom (slike objekata na kojima su označene trase kablova i lokacije koncentracionih mesta, pravila i uslovi za polaganje određenog tipa provodnika, tehnoe ekonomska analiza mreže i drugo).

U ovom radu opisan je postupak strukturnog kabliranja računarske mreže u tri objekta. Mreže su realizovane u topologiji zvezde. Za horizontalno kabliranje korišćeni su UTP kablovi kategorije 6, što obezbeđuje prenos signala od 250 MHz.

Tehnoe ekonomska analiza koja je ovde urađena, pokazuje da je cena aktivnih komponenata računarske mreže veća od cene njenih pasivnih komponenata. I da to nije slučaj, pasivne komponente su te koje predstavljaju temelj svake računarske mreže i na njima ne treba štedeti. Neki standardi propisuju da pasivni podsistem treba da traje 20 godina bez većih menjanja i velikih ulaganja.

9. LITERATURA

- [1] Andrew S. Tanenbaum - RAČUNARSKE MREŽE
- [2] <http://www.wikipedia.org/>
- [3] Todd Lammle - CCNA - CISCO CERTIFIED NETWORK ASSOCIATE
- [4] Borislav Abramović, Vladimir Holodkov, Igor Ristić - RAČUNARSKE MREŽE - INTERNET
- [5] Partners in learning, Microsoft - OSNOVE RAČUNARSKIH MREŽA
- [6] <http://www.howstuffworks.com/>

Kratka biografija:



Boban Nalić rođen je u Novom Sadu 1980. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva –Telekomunikacije odbranio je 2010. god.



Željko Trpovski rođen je u Rijeci, 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Od 2004. ima zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala..

SIMULACIJA RAZLIČITIH GEOMETRIJSKIH STRUKTURA PLASTIČNIH OPTIČKIH VLAKANA

SIMULATION OF VARIOUS GEOMETRIC STRUCTURES OF PLASTIC OPTICAL FIBERS

Milan Vranić, Miloš Slankamenac, Nikola Stojanović, Miloš Živanov,
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisane su simulacije plastičnih optičkih vlakana različitih geometrijskih struktura u OptiBPM softverskom alatu. Objasnjena je njihova povezanost sa upotrebom senzora za zaštitu životne sredine, i upoređeni su dobijeni rezultati sa eksperimentalnim rezultatima.

Abstract – This paper describes the simulation of plastic optical fibers of different geometric structures in OptiBPM software tool. Their connections with the use of sensors for environmental protection are explained, and the obtained results and experimental results are compared.

Ključne reči: Plastična optička vlakna, OptiBPM, Simulacije.

1. UVOD

U poslednjih nekoliko godina došlo je do znatnog razvoja optičkih hemijskih senzora. Primena ovih senzora je veoma bitna danas, jer je njihova uloga pri otkrivanju hemijskih parametara u industrijskim i hemijskim procesima, kao i u biomedicinskim oblastima i zaštiti životne sredine veoma važna. Savremeni optički senzori nude značajnu prednost u odnosu na tradicionalne senzore [1-3].

Prilikom primene ovih senzora, važno je znati kako se optička vlakna ponašaju u različitim sredinama. Na osnovu promene indeksa prelamanja optičkih vlakna, može se detektovati prisustvo nekih supstanci u tečnostima koje ispitujemo.

2. TEORIJSKA ANALIZA

U slobodnom prostoru elektromagnetski talasi putuju brzinom od $3 \cdot 10^8$ m/s. U čvrstom materijalu, ova brzina se razlikuje i zavisi od materijala i geometrije vodeće strukture. Talasna dužina svetlosnog snopa je data kao:

$$\lambda = \frac{v}{f}, \quad (1)$$

gde je v brzina snopa, a f njegova učestanost. Učestanost određuje izvor svetlosti i ona se ne menja kada svetlost prelazi iz jednog materijala u drugi. Umesto toga, razlika u brzini prostiranja u dve sredine izazvaće promenu talasne dužine u skladu sa jednačinom (1).

NAPOMENA:

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

Pri prolasku kroz različite materijale svetlosni zrak se prostire različitim brzinama. Odnos brzina prostiranja svetlosnog zraka kroz vakuum i kroz neku drugu sredinu se naziva indeks prelamanja (index of refraction) te sredine, i za njega važi:

$$n = \frac{c}{v}, \quad (2)$$

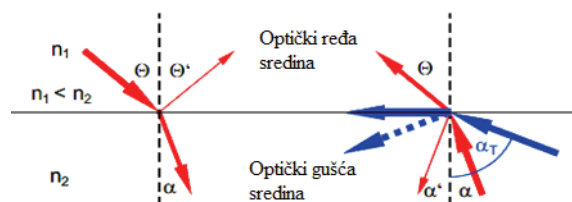
gde je c – brzina svetlosti u vakuumu.

2.1. Prelamanje i totalna refleksija

Na razdvojnoj površini sredina različitih indeksa prelamanja javljaju se prelamanje (refrakcija) i odbijanje (refleksija) (slika 1.). Deo svetlosnog zraka koji pada pod uglom Θ u odnosu na normalu na razdvojnu površ prelomiće se pod uglom α i nastavi da putuje kroz drugu sredinu. Takođe deo svetlosnog zraka će se reflektovati od razdvojne površi pod uglom Θ' u odnosu na normalu. Važe sledeće relacije:

$$\frac{\sin \Theta}{\sin \alpha} = \frac{n_2}{n_1}, \quad (3)$$

$$\Theta = \Theta'. \quad (4)$$



Slika 1. Prelamanje i odbijanje svetlosnog zraka na graničnoj površini dve sredine različitih indeksa prelamanja [2]

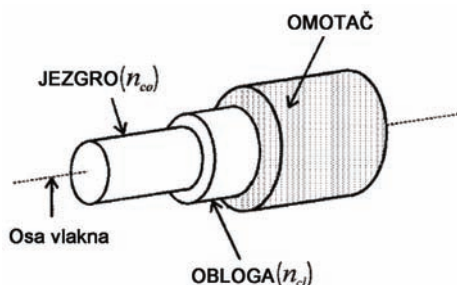
Prolaskom svetlosnog zraka iz sredine većeg indeksa prelamanja (optički gušće sredine) u sredinu manjeg indeksa prelamanja (optički ređu sredinu) imamo da sa porastom upadnog ugla α raste i prelomljeni ugao Θ svetlosnog zraka. Pošto je ugao Θ uvek veći od ugla α , ugao Θ će pre dostići 90° od ugla α . Kritičan upadni ugao $\alpha = \alpha_T$ je onaj koji dovodi do prelamanja svetlosnog zraka pod uglom od 90° . Ako je upadni ugao α veći od kritičnog ugla α_T , svetlosni zrak neće preći u drugu sredinu, nego će se odbiti od razdvojne površine i ostaće u materijalu iz kojeg nailazi. Ovaj princip potpune refleksije omogućuje optičkim vlaknima da provode svetlosni snop. Kritičan ugao $\alpha = \alpha_T$ za granični slučaj $\Theta = 90^\circ$ je:

$$\sin \alpha_T = \frac{n_1}{n_2} \quad (4)$$

2.2. Plastična vlakna

Plastična optička vlakna služe kao dopuna za staklena vlakna u komunikaciji veze kratkog dometa, jer su jednostavna za rukovanje, fleksibilna i ekonomična, iako se ne koriste za velike domete zbog relativno visokog slabljenja [4].

POF (plastic optical fiber) korišćena za optičku komunikaciju su veoma fleksibilni talasovodi koji se sastoje od skoro transparentnih dielektričnih materijala. Presek tih vlakana je kružni i običan, deljiv u tri sloja, kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2. Struktura POF [4]

Tri sloja su nazvana jezgro, obloga i omotač, zaštitni sloj. Unutar jezgra, indeks prelamanja može biti homogen (step index vlakna, SI) ili kalibrisan (graded index vlakna, GI). Poluprečnik jezgra je obično između 125 i 490 μm . Većina svetlosti se prenosi duž jezgra, što se postiže okruživanjem jezgra sa oblogom nižeg indeksa prelamanja. Tipične vrednosti za jezgra i obloge indeksa prelamanja za step-index PMMA POF su redom, $n_{co}=1.492$ i $n_{cl}=1.417$. (PMMA-polymethyl methacrylate)

3. OptiBPM SOFTVERSKI ALAT

Softver koji se koristi za simulacije optičkih vlakana je OptiBPM. OptiBPM je sveobuhvatan programski alat koji služi za modelovanje kompleksnih optičkih talasovoda čija je svrha provođenje, spajanje, razdvajanje, prekidanje, multipleksiranje i demultipleksiranje signala u optičkim uređajima [5]. Neke od njegovih najznačajnijih karakteristika su:

- Zasnovan je na metodi propagacije talasa (Beam Propagation Method – BPM) što mu omogućava simulaciju prostiranja svetlosti kroz bilo koju vrstu talasovoda.
- Sadrži mnoštvo funkcija među kojima je i mogućnost definisanja i upotrebe anizotropnih materijala u projektovanju talasovoda kao i u simulacijama.
- Omogućava projektovanje talasovoda integrisanih u substratu, uključujući ravne, izbočene, udubljene i ukopane talasovode kao i talasovode nastale difuznim procesom.
- Olakšava projektovanje splitera, kaplera, kombinatora (usklađivača), modulatora, demodulatora a takođe i uređaja baziranih na optičkim vlaknima.

Integrisano okruženje softvera omogućuje kombinovanje više vrsta talasovoda na istoj površini (optičkih vlakana, kanalnih i difuznih talasovoda). Jednostavan meni (menu) olakšava snalaženje u softveru i lagan izbor 2D ili 3D simulacija. Takođe, početnu tačku simulacije je moguće proizvoljno izabrati korišćenjem opcije za podešavanje ulazne ravni. OptiBPM sadrži mogućnost analize tolerancije i optimizacije na osnovu prikupljenih informa-

cija u toku simulacije koji se upotrebom alata za kodiranje mogu modifikovati kako bi se zadovoljile potrebe kritične za dizajn. Postoji i mogućnost korišćenja Monte Karlo simulacije kako bi se korisniku omogućila upotreba statističke analize u predviđanju načina prostiranja svetlosti.

Ovim softverom je moguće projektovati talasovode raznih geometrijskih oblika kao što su pravougaoni, kružni, eliptični, prstenasti, parabolični, konusni itd. Svi projektovani talasovodi (bez obzira na geometrijski oblik) su potpuno parametrizovani tako da je poziciju talasovoda kao i njegove sve ostale karakteristike moguće kontrolisati upotrebom jednostavnih matematičkih izraza. Takođe, ne postoji ni ograničenje u pravcu prostiranja talasovoda pa je moguće njegovo postavljanje pod bilo kojim uglom.

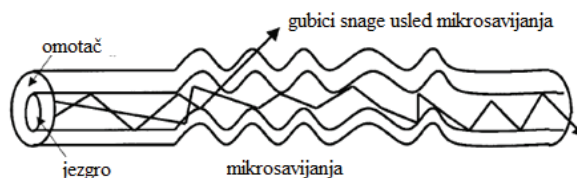
Osim pomenutih osnovnih geometrijskih oblika, za projektovanje talasovoda je omogućena i upotreba proizvoljnih oblika koji mogu biti dizajnirani bilo definisanjem svih linija oblika, bilo definisanjem ključnih tačaka. U suštini, moguće je definisati bilo koji oblik talasovoda čije se prostorne koordinate mogu izraziti kao funkcija jedne promenljive. Moguće je projektovati i trodimenzionalne talasovode i tada je njihova dužina i širina definisana u x-z ravni a visina u y ravni.

Postoji i opcija definisanja bočnog suženja i suženja po debljini, koje može biti linearno ili proporcionalno, kao i upotrebe nesimetričnih struktura.

4. SIMULACIJE PLASTIČNIH OPTIČKIH VLAKANA

4.1. Gubici snage u optičkom vlaknu u zavisnosti od prečnika zakrivljenosti vlakna

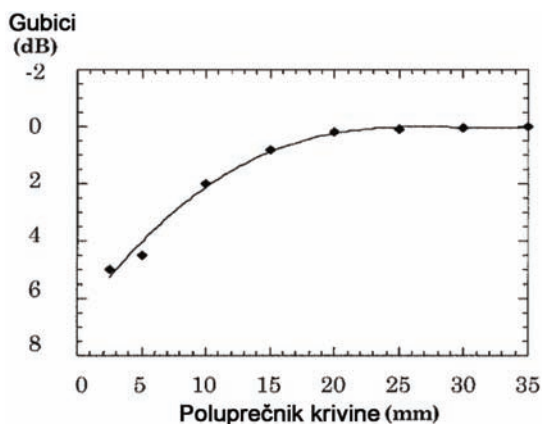
Prilikom savijanja optičkog vlakna dolazi do pojave viška slabljenja, što je posledica gubitaka pri zračenju. Kod vlakna razlikujemo dva tipa krivina. Kada govorimo o krivinama osetnih dimenzija, nazivamo ih makrokrivine. Nasuprot tome, kada se krivine odnose na sitne oscilacije u osi vlakna (na red prečnika vlakna, kao na slici 3.), zovu se mikrokrivine [3]. Ovo se javlja zbog nedostatka u proizvodnji vlakna ili zbog neravnomernog lateralnog pritiska generisanog tokom procesa kabliranja. Gubici koji potiču od oba tipa krivina mogu se koristiti za projektovanje osnovnih POF senzora.



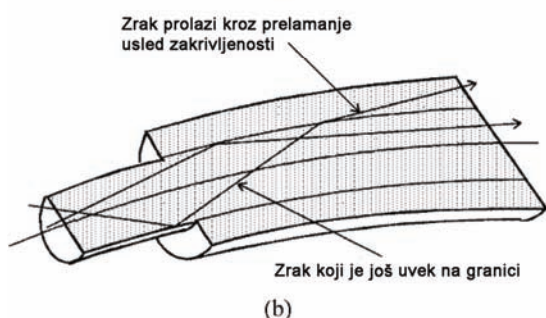
Slika 3. Gubici POF usled mikroneravnina

Makrokrivine su uglavnom proizvedene tokom instalacionog procesa POF. Kada je krivina mala, gubici su praktično zanemarljivi. Kao što radius krivine opada gubici usled zračenja rastu, gubici su veći za GIPOF nego za SIPOF za isti prečnik. Na primer, ukupni gubici zračenja usled punog zaokreta u standardnim PMMA SIPOF od prečnika 1 mm su prikazani na slici (4a) za različite krivine radijusa. Snaga raspada pri smanjenju radijusa krivine je eksponencijalna, sa eksponentom koji

zavisi od parametara kao što su v_c , R , a , n_{co} i λ . Mehanizam kojim ovi gubici nastaju je prikazan na slici (4b).



(a)



(b)

Slika 4. Gubici usled zračenja u SIPOF prouzrokovani makroneravninama

Krajnji efekat savijanja optičkog vlakna jeste smanjenje intenziteta svetlosti koje propagira kroz vlakno.

4.2. Simulacije

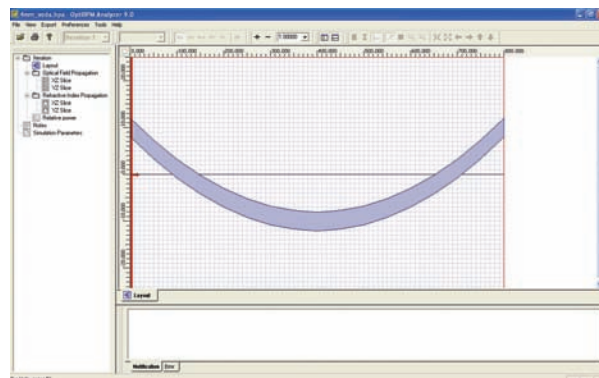
Prilikom simulacija koristimo optičko vlakno čiji je indeks prelamanja jezgra $n=1.492$, i koristimo radijuse vlakna od 2 mm pa do 9 mm, pri čemu za oblogu vlakna treba koristiti indekse prelamanja iz tabele 1.

Tabela 1. Indeks prelamanja za rastvore korišćene prilikom izvođenja eksperimenta [2]

Tečnost	Indeks prelamanja
voda (100 %)	1.33
voda (75 %) +glicerin (25 %)	1.36404
voda (50 %) +glicerin (50 %)	1.39809
voda (25 %) +glicerin (75 %)	1.43532
glicerin (100 %)	1.47399

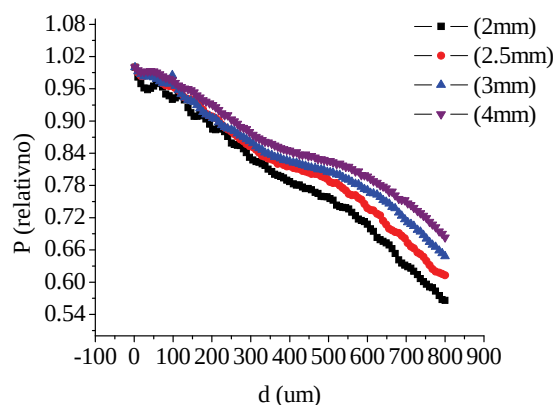
Vlakno koje treba da ispitamo, prvo moramo da konstruišemo u odgovarajućem softveru, OptiBPM. Kada to uradimo dobićemo izgled vlakna kao što je prikazano na slici 5.

Zatim se podešavaju parametri simulacije i pokreće se simulacija, pri čemu nakon završetka simulacije dobijamo optičko polje propagacije, propagaciju indeksa prelamanja i relativnu snagu.

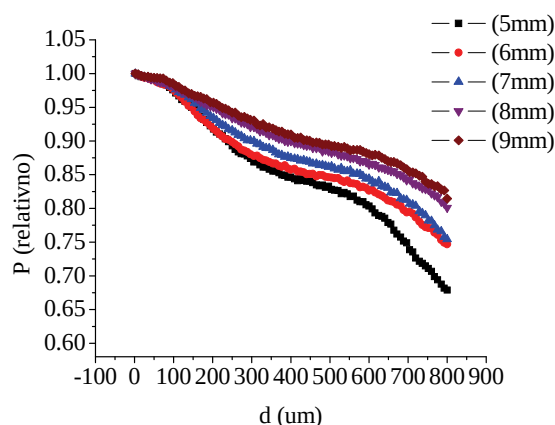


Slika 5. Lejaut izgleda optičkog vlakna radijusa 4 mm

Kada su završene planirane simulacije, za sve vrste radijusa vlakna i za sve tipove indeksa prelamanja koje treba koristiti za oblogu, dobijene rezultate treba obraditi u softveru OriginPro, koji se koristi da bi dobili dobijene rezultate u grafičkom obliku. Ti rezultati su prikazani ispod samo za 100%-tni rastvor vode.



Slika 5. Zavisnost snage prostiranja svetlosti od dužine optičkog vlakna i radijusa zakrivljenosti u rastvoru 100% vode, za radijuse zakrivljenosti od 2 do 4 mm



Slika 6. Zavisnost snage prostiranja svetlosti od dužine optičkog vlakna i radijusa zakrivljenosti u rastvoru 100% vode, za radijuse zakrivljenosti od 5 do 9 mm

Slike 5 i 6 predstavljaju zavisnosti relativne snage u odnosu na promenu zakrivljenosti radijusa vlakna u 100%-tnom rastvoru vode. Pimećujemo kod sl. 5. pad snage sa 1 na 0.58, pri čemu je najveći pad snage kod

vlakna sa najmanjim radijusom, tj. 2 mm, dok je najmanji pad snage kod vlakna sa radijusom od 4 mm.

Kod sl. 6. pad snage je manji, tj. kreće se od 1 pa do 0.67, pri čemu je takođe najveći pad snage za najmanji korisćen radijus od 5 mm, a najmanji pad snage za radijus od 9 mm. Takođe možemo primetiti, da je kod sl. 6. pad snage u nekim delovima približno linearan, dok je kod sl. 5. pad snage u nekim delovima uglavnom skokovit.

Na osnovu dobijenih rezultata, možemo da zaključimo, da se relativna snaga menja sa promenom radijusa vlakna, tako što se sa povećanjem radijusa vlakna, pad snage smanjuje. Povećanjem radijusa vlakna, vlakno se ispravlja i time su gubici usled zakrivljenosti manji. Ako posmatramo pad snage kod svih grafika, možemo da zaključimo da je pad snage najveći kod vazduha, a najmanji kod 100%-tnog rastvora glicerina.

Prilikom upoređivanja dobijenih rezultata sa eksperimentalnim rezultatima koji su prezentovani u radu [2], dolazimo do istih zaključaka, tj. da je pad snage najveći kod vode, a najmanji kod 100%-tnog rastvora glicerina.

5. OPTIČKA VLAKNA KAO HEMIJSKI SENZORI

U poslednjih nekoliko godina došlo je do znatnog razvoja optičkih hemijskih senzora. Prvi optički senzor na bazi optičkog vlakna, je senzor za detekciju amonijaka opisan 1976 [6]. Od tada, vršena su istraživanja brojnih parametara. Ova naročito relevantna interesovanja su potpuno opravdana, jer je otkrivanje hemijskih parametara izuzetno važno u mnogim industrijskim i hemijskim procesima, u kontroli životne sredine i u biomedicinskim oblastima i zato optički hemijski senzori nude značajnu prednost u odnosu na tradicionalne senzore.

U industriji mogućnost usavršavanja daljinske detekcije merenja u zagađenim životnim sredinama i ostvarivanja kontinuiranog praćenja parametara koji se posmatraju je veoma bitno.

U ekološkim analizama, mogućnost kontinuiranog obavljanja "in-situ" kontrole bez obaveze da se pribegava crtanju uzorka je od velikog značaja i često je najvažnija karakteristika za optičke senzore na bazi optičkog vlakna. Ali, je možda u biomedicinskom polju ta detekcija hemijskih parametara pomoću optičkih vlakana dostigla svoj veliki razvoj. Njihov visok stepen minijaturizacije, znatna geometrijska promenljivost, i ekstremna spretnost za mogućnost kontinualnog praćenja brojnih parametara, omogućavajući performanse koje su često jedinstvene, kao što su invazivne analize brojnih parametara prisutnih u krvi (kao što su pH, parcijalni pritisak kiseonika, parcijalni pritisak ugljen-dioksida, kalcijum, kalijum, glukoza), invazivna merenja "enterogastric reflux", analiza enzima i antitela.

Prilikom primene ovih senzora, važno nam je da znamo kako se optička vlakna ponašaju u različitim sredinama, zbog toga smo prilikom simulacija koje smo radili, menjali zakrivljenost vlakna i indeks prelamanja obloge da bismo videli kako se vlakna ponašaju sa njihovom promenom. Pored toga u radu nije tretirana zavisnost snage prostiranja signala od koncentracije rastvorenog šećera u vodi što je u interesu medicine. To bi mogla biti tema nastavka ovih studija.

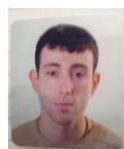
5. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazane su simulacije optičkih vlakana različitih geometrijskih oblika pri menjanju indeksa prelamanja sredine u koju se postavlja vlakno, i pri promeni zakrivljenosti vlakna. Na osnovu tih promena mogu se detektovati različite supstance u tečnostima koje se ispituju. To pokazuje da sa promenom geometrije plastičnih vlakna, ona mogu da nađu primenu kod mnogih senzora u zaštiti životne sredine.

6. LITERATURA

- [1] D. Stupar, M. Slankamenac, N. Stojanović, J. Bajić, M. Živanov: "Fiber optički senzor za merenje indeksa prelamanja sredine", Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad, Vol. 25. No. 8, pp. 116-122, 2010.
- [2] J. Bajić, M. Slankamenac, N. Stojanović, D. Stupar, M. Živanov: "Fiber optički senzor opterećenja", Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad, Vol. 25. No. 8, pp. 101-104, 2010.
- [3] J. Lazović, N. Stojanović, M. Živanov, M. Slankamenac: "Modelovanje i simulacija bragove optičke rešetke", Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad, Vol. 25. No. 9, pp. 125-129, 2010.
- [4] J. Zubia and J. Arrue, "Plastic Optical Fibers: An Introduction to Their Technological Processes and Applications", Bilbao, 2006.
- [5] N. Čikarić, M. Slankamenac, N. Stojanović, M. Živanov: "Modelovanje i simulacija elektro-optičkog efekta", Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka, Novi Sad, Vol. 25. No. 10, pp. 134-137, 2010.
- [6] Sergio Martellucci, Arthur N. Chester, Anna Grazia Mignani, "Optical Sensors and Microsystems", New York, Boston, London, 2002.

Kratka biografija:



Milan Vranić rođen je u Rumi 27.10.1984. godine. Osnovnu i srednju školu završio u Rumi, a dalje školovanje nastavio u Novom Sadu na Fakultetu tehničkih nauka, osek Elektrotehnika i računarstvo, smer Mikroracunarska elektronika.



Miloš Slankamenac rođen je u Novom Sadu 1977. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2010. god., a od 2005. god je u zvanju asistenta na FTN. Oblast interesovanja mu je elektronika i optoelektronika.



Nikola Stojanović rođen je u Odžacima 1980. god. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2007. god., a od 2008. god je u zvanju stručnog saradnika na FTN. Oblast interesovanja mu je optoelektronika.



Miloš Živanov rođen je 1948. godine u Novom Sadu. Doktorirao je na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu 1992. god., a od 2004. god je u zvanju redovnog profesora na FTN. Oblast interesovanja mu je elektronika i optoelektronika.

PRENOS PODATAKA PRI GEOFIZIČKIM KAROTAŽNIM MERENJIMA HBD3 KODOVANJEM

DATA TRANSFER DURING GEOPHYSICAL MEASUREMENTS USING HBD3

Vladimir Milosavljević, Miloš Živanov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Podaci o sastavu zemljišta dobijaju se spuštanjem karotažnih sonde u bušotinu i izvođenjem geofizičko karotažnih merenja (GFK merenja). Merne sonde u sebi sadrže više senzora koji snimaju parametre u bušotini. Da bi geofizička sonda mogla podatke poslati preko linije, potrebno je da iskoristi napon sa linije kao izvor napajanja, i da istovremeno utisne kratke, pozitivne ili negativne impulse u napon napajanja. Pri tome je informacija predstavljena ili kao broj impulsa u nekom vremenskom periodu, ili u vidu digitalnog koda, gde su nule i jedinice predstavljene određenim kombinacijama impulsa. Sve veći zahtevi za brzinama komunikacije su doprineli da se u upotrebu uvede HBD3 protokol (eng High Density Bi-Polar 3).

Abstract – Data on the composition of soil is obtained by lowering the probe in a borehole and logging of geophysical measurement. Measuring probes contain multiple sensors that record the parameters in the geophysical probe. For data to be sent over the line, we need to use the voltage from line as a power source, and simultaneously make short, positive or negative pulses in the voltage. At the same time the information is presented either as number of pulses in a period of time, or as a digital code, where zeros and ones are represented by certain combination of pulses. All increasing demands for speed of communication have contributed to introduce HBD3 protocol (High Density Bi Polar-3).

1. PROCES BUŠENJA

U ovom poglavlju će biti detaljnije objašnjen proces bušenja kako bi se bolje razumela oblast primene tehničkih rešenja datih u daljem radu. Vodene bušotine buše se pomoću obrtnog dleta koje se nalazi na vrhu kompozicije šipki. Materijal iz tla koji se skida dletom biva prenešen na površinu zemlje putem isplake koja se kroz obrtne šipke upumpava na dno bušotine i sa spoljašnje strane šipke se vraća na površinu odnoseći sa sobom bušeni materijal. Materijal nošen isplakom se deponuje unutar rupe iskopane u neposrednoj blizini bušotine zvane madpit (eng. mud pit - blatnjava jama). Sama isplaka u sebi sadrži dosta agresivne hemijske aditive koji čine radno okruženje unutar bušotine vrlo teškim za rad sonde. Neposredno posle prolaska dleta sama bušotina je vrlo nestabilna i mora se osigurati od urušavanja zidova i zatrpavanja.

NAPOMENA:

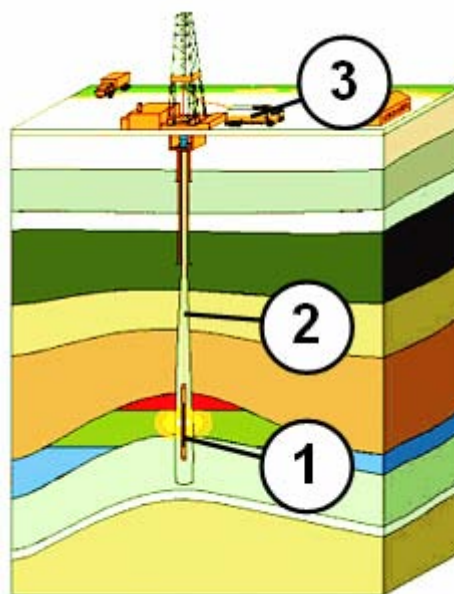
Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Miloš Živanov, red.prof.

Ovo se radi zacevljivanjem. Ukoliko je bušotina velike dubljine onda se proces bušenja vrši u nekoliko faza. Prvo kreće bušenje sa većim prečnikom dleta do određene dubine. Bušotina se zaštićuje od urušavanja zacevljivanjem, a zatim se bušenje nastavlja dletom manjeg prečnika. Prečnici dleta variraju između 36 inča pa sve do 6 inča [1]. Tokom samog bušenja može se doći do relativno malo upotrebljivih podataka o bušotini, i to na osnovu samih parametara bušenja, materijala sa sita ili uzoraka stena iz nabušenog sloja

2. GEOFIZIČKA KAROTAŽNA MERENJA

Pouzdana podaci o sastavu zemljišta se dobijaju spuštanjem karotažnih sonde u bušotinu i izvođenjem geofizičko karotažnih merenja (GFK merenja). Sistem koji se koristi za GFK merenja može se podeliti na tri celine što je prikazano na slici 1.

1. GFK merne sonde
2. Elektromehanički kabel
3. Površinska jedinica sa GFK aparaturom



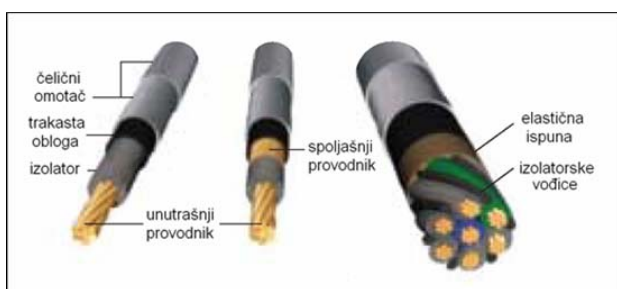
Slika 1. Izgled sistema za GFK merenja

Površinska jedinica sa GFK aparaturom najčešće je terensko vozilo sa sistemom za obradu signala sa kabla i sistemom za upravljanje motorom za spuštanje sonde u bušotinu. Elektromehanički kabel obezbeđuje napajanje i komunikaciju sa mernim sondama kao i mehanički nosač. Sam kabel zbog svoje velike dužine unosi značajne probleme u toku komunikacije i zbog toga će biti detaljnije obrađen u narednom poglavlju. Merne sonde u sebi sadrže

više senzora koji snimaju parametre u bušotini. Često je potrebno snimiti veliki broj parametara, pa se tada više sonde vezuje jedna ispod druge radi simultanog merenja u jednom spustu. Takva konfiguracija se naziva vezivanje sonde u string (eng string - niz). Ovo je u nekim situacijama vrlo bitno jer se merenja uglavnom rade odmah po bušenju kada su zidovi bušotine još nestabilni a merenje može trajati i po više sati.

3. ELEKTROMEHAČKI KABEL

Elektromehanički kabel (eng. Wireline cable) je glavni konvencionalni medijum za prenos podataka pri GFK merenjima. Elektromehanički kablovi se sastoje od jakog čeličnog zaštitnog oklopa i centralnog bakarnog provodnika između kojih se nalazi izolator. Elektromehanički kabl se redovno koristi u GFK merenjima zbog povoljnog odnosa između svojih dobrih karakteristika (u smislu pouzdanosti, mehaničke izdržljivosti, električnih osobina) i cene. Najčešće se koristi jednožilni elektromehanički kabel. Ponekad se zbog specifičnosti mernih metoda u delu bliskom sondama koristi višezilni kabl ali zbog njegove visoke cene na najdužem delu se ipak koristi jednožilni kabl. Izgled poprečnog preseka više različitih elektromehaničkih kablova je dat na slici 2.



Slika 2. Poprečni presek elektromehaničkog kabla

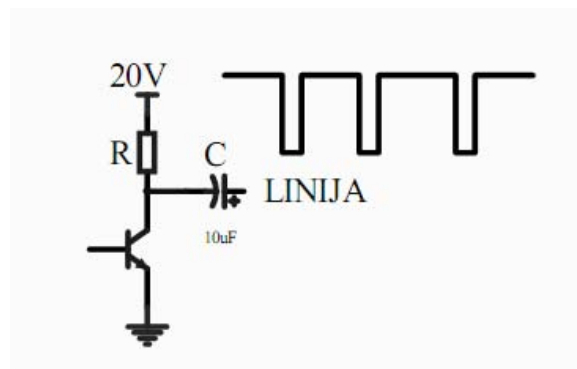
Zbog specifičnosti izrade kabla (čelična sajla, materijal za dielektrik, geometrija...) on ima malu podužnu otpornost, od oko 25 Ω/km , ali zato veliku podužnu kapacitivnost (od oko 200 pF/m), tako da je i ukupna kapacitivnost kabla velika, što za posledicu ima veliko prigušenje brzih signala.

Ovo uzrokuje da se kabl ponaša kao NF filter, što je ujedno i njegov glavni nedostak. Iz ovog razloga dugačak elektromehanički kabl ne može da prenosi visokofrekvencijske signale.

4. PRINCIP PRENOSA PODATAKA PRI GFK MERENJIMA

Kao što je već pomenuto, elektromehanički kabl obezbeđuje u isto vreme napajanje sonde i komunikaciju GFK aparature sa mernim sondama. Komunikacija se vrši utiskivanjem kratkih impulsa u sam napon napajanja na liniji. Pri tome ovi impulsi mogu predstaviti merene informacije kao broj impulsa u nekom vremenskom periodu, ili u vidu digitalnog koda, gde su nule i jedinice predstavljene određenim kombinacijama impulsa.

Utiskivanje impulsa u napon linije vrši se linijskim drajverom. Rešenje koje se uobičajeno koristi za ove aplikacije je vrlo jednostavne konstrukcije (slika 3.), ali je u našoj praksi pokazalo više mana.



Slika 3. Šema prvobitnog rešenja

Princip rada je takođe jednostavan: dok je na ulazu tranzistora nizak naponski nivo tranzistor ne provodi i kondenzator se napuni na vrednost jednaku razlici napona između linije (obično 60V) i napona napajanja (20V). Kada se na bazu tranzistora dovede pozitivan impuls on provede i povuče negativan kraj kondenzatora na masu. Pošto je kondenzator velike kapacitivnosti, ne stigne se značajno isprazniti tokom trajanja impulsa, tako da se na liniji pojavi pad napona vrednosti 20V, što je omogućeno zahvaljujući relativno velikoj otpornosti kabla. Osnovna mana ovog rešenja je u tome što su vremenske konstante punjenja i pražnjenja (τ) kondenzatora veoma različite, pri punjenju kondenzatora (isključen tranzistor) $\tau = (R + R_{\text{linija}}) * C$, dok je u slučaju pražnjenja kondenzatora (uključen tranzistor) $\tau = R_{\text{linija}} * C$. Kako R može biti i za red veličina veći od R_{linija} , pad napona na liniji se za slučaj iole većeg broja impulsa počne smanjivati pošto je odnos vremena punjenja i pražnjenja premali da se kondenzator napuni do ravnotežnog stanja. Održavanje konstantnog pada napona na liniji je ključno za pravilnu detekciju impulsa na površinskoj jedinici, pošto ona detektuje impuls pomoću komparatora nivoa napona. Ova mana se donekle može popraviti smanjivanjem otpornika R na vrednost manju od R_{linija} , ali se u tom slučaju značajno povećava potrošnja ovog rešenja, jer se povećava struja kroz R. Ova struja je beskorisna, ne protiče kroz kondenzator, već samo dovodi do povećanja termogenih gubitaka. Zbog toga je nađeno novo rešenje koje ispravlja ove nedostatke.

5. KORIŠĆENE TEHNIKE KODOVANJA

Trenutno načešće korišćene tehnike kodovanja za prenos podataka pri GFK merenjima su:

PCM komunikacioni protokol (PCM 3506/3503) gde je logička jedinica predstavljena je impulsom, dok je za logičku nulu impuls izostavljen. Impulsi su bipolarni, i svaki sledeći impuls je suprotnog polariteta (npr. +5V i -5V). Digitalizovani signali se prenose brzinom od 8000 baud-a.

SIPLOS (eng. Simultaneous Production Logging String) komunikacioni protokol razvijen je i koristi se u kompaniji Hotwell [2] i predstavlja jedan od najpouzdanijih protokola za prenos podataka u GFK merenjima. Glavni uzrok velike pouzdanosti ovog protokola jeste to što se ovde vrši sinhronizacija svakog bita posebno. Zbog toga je brzina prenosa vrlo mala i iznosi oko 1100 baud-a.

Mančester kodovanje je često korišćeno pri serijskom prenosu podataka. U oblasti GFK merenja se često koristi. Mančester kod se zasniva na principu da se informacije prenose opadajućim tj rastućim ivicama. Naponski nivoi se menjaju na sredini trajanja svakog bita i pri tome rastuća ivica predstavlja logičku nulu dok opadajuća predstavlja logičku jedinicu. Glavni problem primene Mančester kodovanja u prenosu podataka prilikom GFK merenja je što zahteva dva puta veću brzinu modulacije od NRZ koda za prenos iste količine informacije pa samim tim i veći propusni opseg komunikacionog kanala.

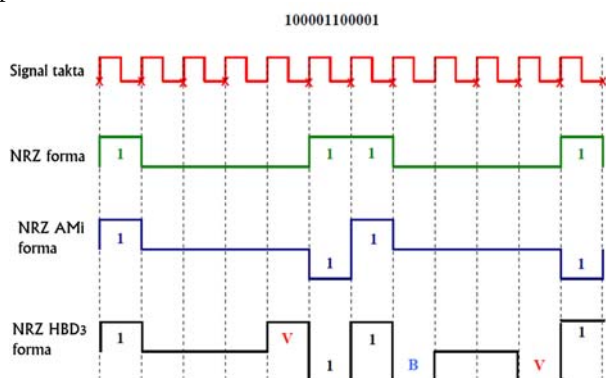
Najveći problem se javlja zbog potrebe da se prenese veća količina merenih podataka u realnom vremenu. Tada podužna kapacitivnost i ograničeni propusni opseg kabela dolazi do izražaja. Sve veći zahtevi za brzinama komunikacije su doprineli da se u upotrebu uvede HBD3 protokol (eng High Density Bi-Polar 3). On će biti detaljnije objašnjen u sledećem poglavlju.

6. HBD3 KODOVANJE

HBD3 protokol se sastoji od tri stanja. Neutralnog, pozitivnih i negativnih pulseva [3].

Prilikom kodovanja signala HBD3 kodom potrebno je pridržavati se četiri osnovna pravila:

1. U signalu se ne smeju pojaviti uzastopne četiri nule. Ukoliko se desi ovakva situacija četvrta nula se predstavlja prekršajnim bitom **V** (eng. Violation bit).
2. Prekršajni bit mora biti istog polariteta kao i prethodni puls.
3. Dva uzastopna prekršajna bita moraju imati suprotne polaritete.
4. Ukoliko je broj pulseva između dva prekršajna bita paran dodaje se još jedan Popunjujući bit **B** (eng. Stuffing bit) pa sekvenca glasi **B00V**. Ukoliko je broj pulseva neparan sekvenca glasi **000V**. Ovo je ilustrovano na primeru kodovanja sekvence 100001100001 što je prikazano na slici 4.



Slika 4. Primer kodovanja sekvence 100001100001 HBD3 kodovanjem

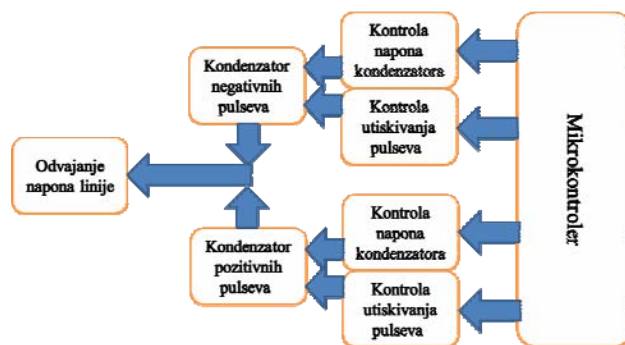
U ovom primeru se četvrta uzastopna nula popunjava prekršajnim bitom V. Specifičnost primera je u tome što se nakon prekršajnog bita V pojavljuje paran broj logičkih jedinica i zatim nailaze četiri uzastopne nule. Ukoliko bi se i u ovom slučaju četvrta uzastopna nula popunila prekršajnim bitom V on bi imao isti polaritet kao i prethodni prekršajni bit V što je u suprotnosti sa pravilom broj tri. Zbog ovoga se uvodi popunjavajući bit B koji

obežbuje suprotan polaritet uzastopnih prekršajnih bitova.

7. HARDVERSKA REALIZACIJA PREDAJNOG DELA

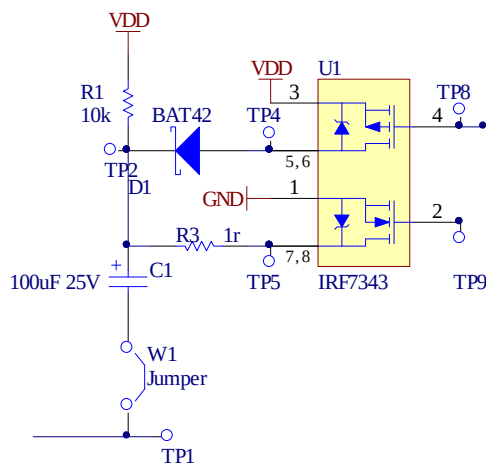
Osnovna ideja hardverskog rešenja je kao i u predstavljenom prvobitnom rešenju da se utiskuju pulsevi u napon linije kabela putem kondenzatora. U ovom slučaju se koriste dva kondenzatora kako bi se mogli utiskivati i pozitivni i negativni pulsevi što je zahtevano samim karakteristikama HBD3 kodovanja.

Pored ovoga treba napomenuti da je prevaziđen problem razlikovanja vremenskih konstanti punjenja i praznjenja kondenzatora i time uzrokovanog pada amplitude utisnutih pulseva pri učestalijem pojavljivanju samih pulseva. Blok šema predajnog dela hardvera je data na slici 5.



Slika 5. Blok šema predajnog dela hardvera

Rad električnog kola će biti objašnjen na primeru negativnih pulseva. Izgled električnog kola je dat na slici 6.



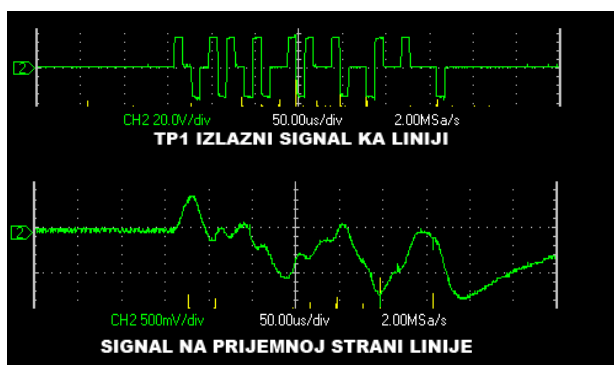
Slika 6. Kolo za utiskivanje negativnih pulseva u napon linije

U ustaljenom stanju napon u mernoj tački TP1 je 0V. Tada je kondenzator C1 napunjen preko otpornika R1 na napon VDD. Posmatrajmo situaciju kada su oba mosfeta unutar U1 neprovodna. Uključivanjem N-mosfeta unutar U1 merna tačka TP5 se dovodi na potencijal mase GND. Kako kondenzator ne može skokovito menjati napon na sebi, tačka TP1 odlazi na napon $-VDD$ i preko kondenzatora C0 se taj nastali impuls prenosi na liniju. Kondenzator C0 kao što je već rečeno na sebi ima napon linije pa

će se na liniji pojaviti napon $V(\text{linije})-V_{DD}$. Isključivanjem N-mosfeta unutar U1 napon na liniji se polako vraća u svoj ustaljeni nivo $V(\text{linije})$, merna tačka TP1 na potencijal mase GND, a merna tačka TP2 na V_{DD} . Ovaj povratak u ustaljeno stanje se odigrava relativno sporo zbog dosta visoke otpornosti R1 od 10k Ω . Ovo vreme povratka u ustaljeno stanje se može smanjiti smanjivanjem otpornosti R1, ali time se povećava potrošnja za vreme utiskivanja pulseva u napon linije. Neposredno pre početka slanja podatka kroz liniju kao i u intervalima između dva negativna impulsa, dok je N-mosfet unutar U1 neprovođan, uključuje se P-mosfet unutar U1 čime se kondenzator C1 dopunjuje preko D1 vrlo brzo zbog male impedanse izvora. Ovim se i na samoj liniji vrši brz povratak sa utisnutog napona $V(\text{linije})-V_{DD}$ nazad na napon $V(\text{linije})$ što u prethodno korišćenim drajverima nije bio slučaj pa se nisu mogli koristiti za brzu HBD3 komunikaciju. Nadalje se naizmenično uključuju i isključuju N i P-mosfet unutar U1.

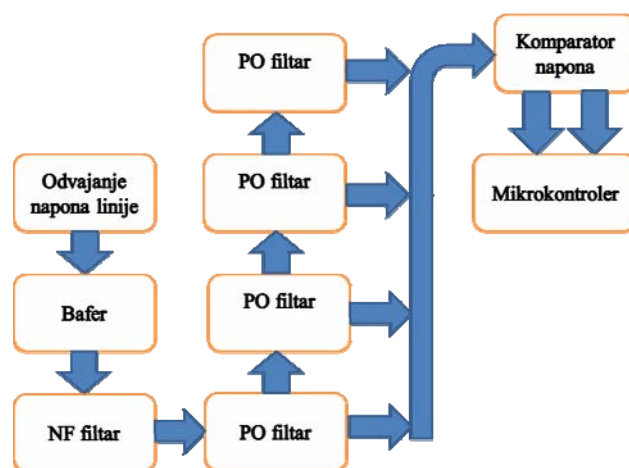
8. HARDVERSKO REŠENJE PRIJEMNOG DELA HBD3 KOMUNIKACIJE

Utisnuti pulsevi pri prolasku kroz elektromehanički kabl se znatno izobliče, što je prikazano na slici 7.



Slika 7. Izgled HBD3 komunikacionih pulseva na predajnoj i prijemnoj strani linije

Zato se na prijemnoj strani elektromehaničkog kabla signal mora propustiti kroz niz filtera i pojačavača kako bi se rekonstruisao originalni signal sa predajne strane. Blok sema prijemnog dela je data na slici 8. Signal se posle bafera i niskopropusnog filtra četvrtog reda, koji je tu da potisne visokofrekventne šumove nastale na četkicama kolektora i slično, dalje vodi na tri filterske sekcije propusnike opsega učestanosti trećeg reda vezanih na red. Uloga filtera je da prijemni signal u dovoljnoj meri rekonstruiše kako bi se mogao izdvojiti sa komparatorima napona. Može se reći da frekventijska karakteristika filterske sekcije treba da bude inverzna od frekventijske karakteristike linije kabla.



Slika 8. blok šema predajnog dela hardvera

Nadalje se signal vodi na dva komparatora napona čime se dobijaju unipolarni signali koji odgovaraju pozitivnim odnosno negativnim impulsima nakon izabrane filterske sekcije.

9. ZAKLJUČAK

HBD3 kodovanje predstavlja optimalno rešenje za prenos podataka u GFK merenjima. Omogućuje najbrži protok podataka kroz standardni elektromehanički kabl. Razvijeno hardversko rešenje obezbeđuje jednostavnu softversku kontrolu slanja podataka, a u isto vreme je u potpunosti kompatibilno sa prethodno korišćenim verzijama kodovanja. Pažljivo izabrane komponente obezbeđuju pouzdan rad što se i pokazalo u dosadašnjem toku testiranja.

10. LITERATURA

- [1] G.Mančić, St.Martinović, M.Živanov: GEOFIZIČKI KAROTAŽ – osnovni fizički principi, DIT-NIS Naftagas, Novi Sad, 2002.
- [2] <http://www.hotwell.at/en.php>.
- [3] <http://www.christiealwis.com/Books.htm>

Kratka biografija:



Vladimir Milosavljević rođen je u Novom Sadu 1981. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroračunarska elektronika odbranio je 2010.god.



Miloš Živanov rođen je 1948. godine u Novom Sadu. Doktorirao je na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu 1992. god., a od 2004. god je u zvanju redovnog profesora na FTN. Oblast interesovanja mu je elektronika i optoelektronika.

PROJEKTOVANJE SIMULACIJA I ISPITIVANJE PARAMETARA OPTIČKIH PREDAJNIKA

DESIGN, SIMULATION AND TESTING PARAMETERS OF OPTICAL TRANSMITTERS

Slaviša Filipović, Nikola Stojanović, Miloš Slankamenac, Miloš Živanov,
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Najčešće korišćeni optički izvori pri realizaciji optičkih predajnika su LED i poluprovodnički laseri. U ovom radu su opisane karakteristike moduliranih odziva LED-a i poluprovodničkih lasera. Karakteristike su opisane kroz projektovane simulacije u OptiSystem-u. OptiSystem je programski alat za simulaciju optičkih sistema koji se može koristiti za projektovanje, testiranje i optimizaciju optičkih veza u fizičkom sloju mreže u širokom spektru optičkih mreža.

Abstract – Commonly used optical sources in the realization of optical transmitters are semiconductor lasers and LEDs. This work describes the characteristics of their modulated responses. Characteristics are described through the projected simulation in OptiSystem software package. OptiSystem is a software tool for simulation of optical systems, that can be used for the design, testing and optimization of optical links in the physical layer in a wide range of optical networks.

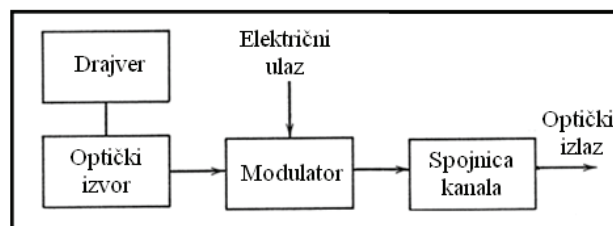
Ključne reči: Modulacija, LED, poluprovodnički laser

1. UVOD

Uloga optičkih predajnika je da konvertuje električni signal u odgovarajući optički signal a zatim ga šalje kroz optičko vlakno, koje služi kao komunikacioni kanal. Glavna komponenta optičkih predajnika je optički izvor. Fiber-optički komunikacioni sistemi često koriste poluprovodničke optičke izvore kao što su svetleće diode (LEDs – light emitting diodes) i poluprovodnički laseri, zbog nekoliko bitnih prednosti koje one nude. Neke od tih prednosti su kompaktne dimenzije, visoka efikasnost, dobra pouzdanost, odgovarajuće talasne dužine, mala površina emitovanja u skladu sa dimenzijama jezgra vlakna, kao i mogućnost direktne modulacije na relativno visokim frekvencijama.

Slika 1. pokazuje blok dijagram optičkog predajnika. On se sastoji iz optičkog izvora, modulatora i spojnice kanala. Kao optički izvori se koriste poluprovodnički laseri ili LED zbog njihove kompatibilnosti sa fiber-optičkim komunikacionim kanalom. Optički signal se generiše modulacijom optičkih talasa nosilaca. Spojnica je tipično mikroskočivo koje fokusira optički signal na ulaznoj ravni optičkog vlakna sa maksimalnom mogućom efikasnošću. Pošto su LED ograničene u njihovim modulacionim mogućnostima, većina sistema svetlosnih talasa koriste

poluprovodničke lasere kao optičke izvore. Brzina prenosa optičkih predajnika je češće ograničena elektroničkom nego samim poluprovodničkim laserima. Sa odgovarajućim dizajnom, optički predajnici se mogu realizovati da rade na brzinama do 40 Gb/s.



Slika 1. Komponente optičkog predajnika

2. MODULISANI ODZIV LED-A

Modulisani odziv LED-a je određen nosiocima naelektrisanja (i zbog čega je ograničen vremenom postojanja nosilaca τ_n) i parazitnom kapacitivnošću LED-a (opisana RC konstantom τ_{RC}). Može se odrediti pomoću jednačine za merenje gustine nosioca N . Pošto su elektroni i šupljine injektovani i rekombinovani u parove, dovoljno je razmatrati datu jednačinu za samo jednu vrstu nosilaca naelektrisanja. Promena koncentracije elektrona bi trebalo da uključi sve mehanizme kojima se elektroni pojavljuju i nestaju unutar aktivne oblasti. Za LED, ova jednačina ima jednostavnu formu :

$$\frac{dN}{dt} = \frac{I}{qV} - \frac{N}{\tau_n}, \quad (1)$$

gde su obuhvaćena oba, zračeća i ne zračeća, rekombinaciona procesa posredstvom vremena postojanja nosilaca τ_n . Ako uzmemo u obzir sinusnu modulaciju (korišćenjem kompleksne notacije se pojednostavljuje izraz) dobijamo :

$$I(t) = I_b + I_m \exp(i\omega_m t), \quad (2)$$

gde je I_b struja polarizacije, I_m je struja modulacije i ω_m je frekvencija modulacije. Pošto je jednačina (1) linearna, krajnje rešenje možemo napisati kao :

$$N(t) = N_b + N_m \exp(i\omega_m t). \quad (3)$$

Snaga modulacije je linearno vezana sa $|N_m|$. Prenosna funkcija LED-a se može definisati kao :

$$H_m(\omega_m) = \frac{N_m(\omega_m)}{N_m(0)} = \frac{1}{1 + i\omega_m \tau_n}. \quad (4)$$

Modulisani optički propusni opseg 3dB LED-a definisan je kao da je modulirana frekvencija, pri funkciji prenosa

NAPOMENA:

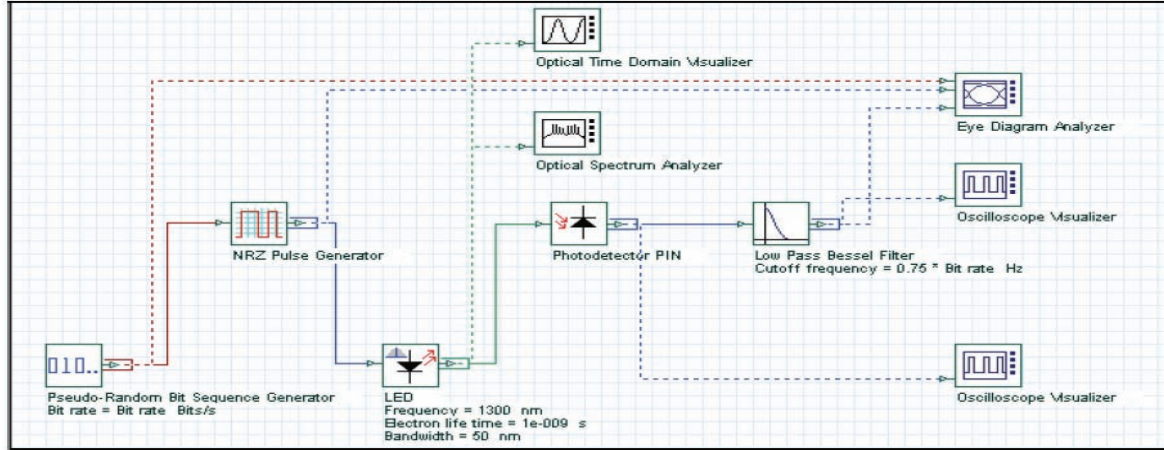
Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Miloš Živanov, red.prof.

snage LED-a, smanjena za 3dB. Propusni opseg modulisanog optičkog 3dB LED-a se može izraziti kao :

$$f_{3dB} = \sqrt{3} / 2\pi (\tau_n + \tau_{RC}). \quad (5)$$

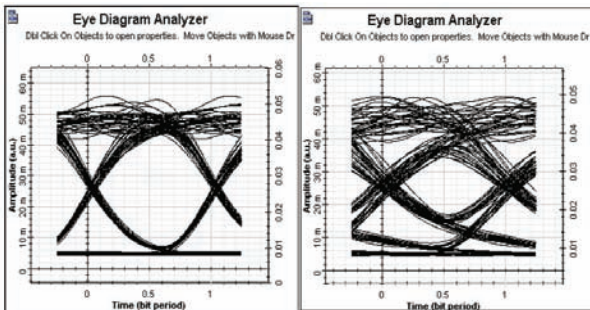
Da bi smo opisali osobine modulisanog odziva LED-a, realizovali smo simulaciju u OptiSystem-u. Da bi se opisao modulisani odziv LED-a potrebni su: PRBS

generator, NRZ puls generator, LED, fotodetektor i niskopropusni Beselov filter, a za prikaz rezultata su iskorišćeni optički analizator spektra, optički vizualajzer u vremenskom domenu, osciloskop i analizator dijagrama oka, koji su povezani kao što je prikazano na Slici 2.:



Slika 2. Radna površina projekta za predstavljanje modulisanog odziva LED-a

Standardne vrednosti vremena postojanja nosilaca τ_n i RC konstante τ_{RC} su 1ns i 1ns. Zbog toga, f_{3dB} iznosi približno 140MHz. Bitno je napomenuti da od parametara komponenti zavise rezultati simulacije. Parametri koji su podešeni pri projektovanju simulacije su sledeći : brzina prenosa je 300Mb/s, a dužina sekvence je 128 bit-a, zbog čega vremenski prozor iznosi odprilike 430ns. Broj odbiraka po bitu je 256, pa zbog toga, brzina odabiranja je 76 GHz. Standardna rezolucija je oko 2MHz.

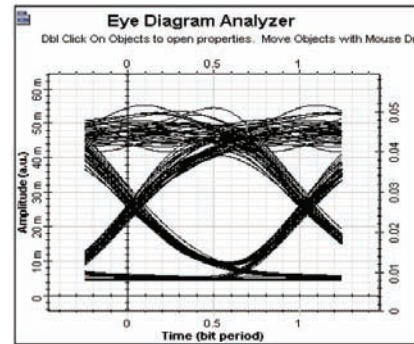


Slika 3. Performanse sistema sa povećanom brzinom prenosa

Zadržavamo vrednosti vremena postojanja nosilaca τ_n i RC konstante τ_{RC} , što znači da je f_{3dB} oko 140 MHz i analiziramo zaključak dijagram oka, kao meru performansi sistema. Rezultati koji su dobijeni za brzine prenosa 100Mb/s i 300Mb/s su prikazani na Slici 3.

Jasno se vidi da su se performanse digitalnog sistema značajno pogoršale povećanjem brzine prenosa iznad mernog opsega modulisanog optičkog 3dB LED-a.

Uticaj modulisanog odziva LED-a se može proučavati, takođe, zadržavanjem brzine prenosa, npr 300Mb/s, i smanjivanjem vremena postojanja nosilaca τ_n i RC konstante τ_{RC} , samim tim povećavanjem f_{3dB} . Predpostavimo da su $\tau_n = \tau_{RC} = 0.5ns$, pa iz toga sledi da će f_{3dB} biti oko 280MHz. Na Slici 4. je prikazano veliko poboljšanje u performansama sistema na 300Mb/s u odnosu na prethodni primer.



Slika 4. Poboljšane performanse sistema na 300 Mb/s

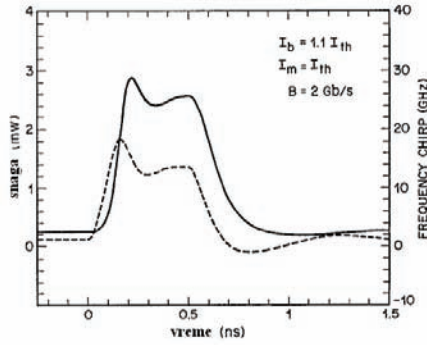
3. MODULISANI ODZIV POLUPROVODNIČKIH LASERA

3.1. MODULACIJA VELIKIH SIGNALA

Analiza velikih signala, iako korisna za kvalitetno razumevanje odziva modulacije, nije potpuno primenljiva za optičke komunikacione sisteme gde je laser tipično polarizovan blizu praga i modulisan znatno iznad praga, da bi se dobili optički impulsi koji predstavljaju digitalne bite. Slika 5. prikazuje, kao primer, oblik emitovanog optičkog impulsa za laser polarizovan pri $I_b = 1.1 I_{th}$ i modulisanog pri 2Gb/s koristeći pravougaone strujne impulse trajanja 500ps i amplitude $I_m = I_{th}$. Amplitudna modulacija u poluprovodničkim laserima je praćena faznom modulacijom. Vremenski promenljiva faza je jednaka prelaznim promenama u režimskoj frekvenciji u odnosu na njeno stabilno stanje vrednosti ν_0 . Takav impuls se naziva čirpovan. Frekvencijski čirp $\delta\nu(t)$ dat je sa :

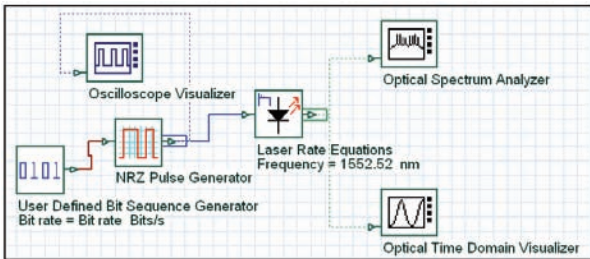
$$\delta\nu(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d\Phi}{dt} = \frac{\beta C}{4\pi} \left[G_N (N - N_0) - \frac{1}{\tau_p} \right]. \quad (6)$$

Isprekidana kriva na Slici 5. pokazuje frekventni čirp preko optičkog impulsa.



Slika 5. Modulirani odziv poluprovodničkog lasera do 500-ps pravougaonog strujnog impulsa. Puna linija prikazuje oblik impulsa a isprekidana prikazuje frekventni čirp preko optičkog impulsa

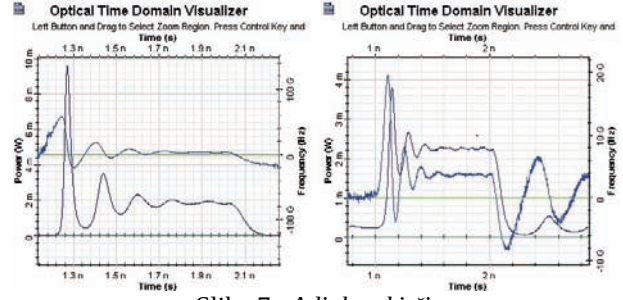
Frekventni čirp može da ograniči performanse optičkog komunikacionog sistema, pogotovo kada je $\beta C > 0$, gde je β parametar disperzije a C parametar čirpa. Direktna način da se smanji frekvencijski čirp je da se dizajnira poluprovodnički laser sa malom vrednošću faktora povećanja širine talasa β . Frekvencijski čirp, kao rezultat strujne modulacije, može se potpuno izbeći ukoliko je laser kontinualno upravljiv i ako je iskorišćen neki spoljni modulator da moduliše izlaz lasera. U praksi, sistem svetlosnih talasa radi na 10 Gb/s ili više koristeći ili monolitni integrisani elektroapsorbujući modulator ili eksterni LiNbO_3 modulator. Modulator se može dizajnirati tako da obrne znak čirpa, tako da je $\beta C < 0$, rezultujući poboljšanjem performansi sistema.



Slika 6. Radna površina projekta za predstavljanje modulisanog odziva velikih signala poluprovodničkih lasera

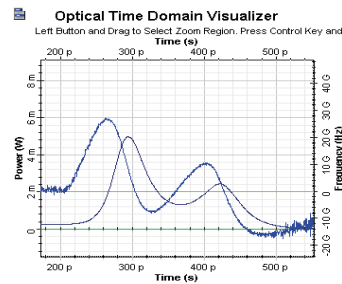
Na slici 6. je prikazana šema simulacionog kola, za koju su dobijeni grafički prikazi uticaja modulacije na velike signale poluprovodničkih lasera. Sa slike se vidi da laser prima signal sa UDPS i NRZ generatora, koji se može očitati na osciloskopu, a zatim ga emituje u vidu svetlosnog signala koji se takođe može očitati na prikazanim komponentama. Pri simulaciji, korištene su sledeće vrednosti parametara : brzina prenosa je 1 Gb/s, a dužina sekvence je 8 bit-a, pa iz toga sledi da je vremenski prozor 8ns. Broj odabiraka po bitu je 512, iz čega sledi da je brzina odabiranja oko 500 GHz. Iz svega sledi da je standardna rezolucija oko 120 MHz. Još jedna osnovna osobina direktno moduliranih lasera je amplitudska i fazna modulacija generisanog optičkog impulsa. Karakteristika amplitudske modulacije je dobro prikazana na Slici 7. Impulsi sa faznom modulacijom su takođe opisani kao čirpovani. Za slučaj 1 Gb/s (maksimum jačine modulirane struje $I = 50\text{mA}$) objašnjena je pojava adiabatskog čirpa kao funkciju I_b .

Na sledećoj slici su prikazane amplitudska i fazna modulacija za slučajeve $I_b = 30\text{mA}$ i 40mA .



Slika 7. Adiatski čirp

Na Slici 8. je prikazan nestanak adiabatskog čirpa na velikim frekvencijama, pri čemu je korišćen 5 Gb/s prenos, zadržavajući sve ostale parametre istim. Očigledno je da su, pri većim brzinama prenosa, amplitudska i fazna modulacija različite od prvog slučaja, a adiabatski čirp nestaje.



Slika 8. Nestanak adiabatskog čirpa

3.2. MODULACIJA MALIH SIGNALA

Modulirani odziv poluprovodničkih lasera se proučava rešavanjem jednačina :

$$\frac{dP}{dt} = GP + R_{sp} - \frac{P}{\tau_p}, \quad (7)$$

$$\frac{dN}{dt} = \frac{I}{q} - \frac{N}{\tau_c} - GP, \quad (8)$$

sa vremenski zavisnom strujom oblika :

$$I(t) = I_b + I_m f_p(t), \quad (9)$$

gde je I_b struja polarizacije, I_m je struja modulacije, $f_p(t)$ predstavlja oblik strujnog pulsa, G je ukupni iznos stimulisane emisije, P je broj fotona a R_{sp} je brzina spontane emisije. Propusni opseg modulacije malih signala može se dobiti uzimajući u obzir odziv poluprovodničkih lasera na sinusoidnu modulaciju, na frekvenciji ω_m , tako da je $f_p(t) = \sin(\omega_m t)$. Izlaz lasera je takođe sinusoidno modulisan. Generalno rešenje jednačina (7) i (8) je dato kao :

$$P(t) = P_b + |p_m| \sin(\omega_m t + \theta_m) \quad (10)$$

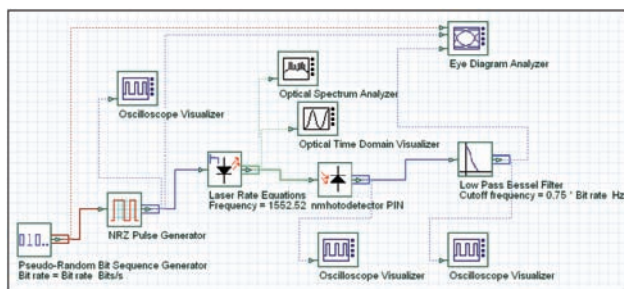
$$N(t) = N_b + |n_m| \sin(\omega_m t + \psi_m) \quad (11)$$

gde su P_b i N_b stalne vrednosti pri struji polarizacije I_b , $|p_m|$ i $|n_m|$ su male promene nastale zbog strujne modulacije a θ_m i ψ_m određuju fazni zaostatak vezan za modulaciju malih signala. Propusni opseg 3dB modulacije, f_{3dB} , je definisan kao frekvencija čija je prenosna funkcija $|H(\omega_m)|$ smanjena za 3 dB u poređenju sa njenom DC vrednošću i dat je izrazom :

$$f_{3dB} = \frac{1}{2\pi} \left[\Omega_R^2 + \Gamma_R^2 + 2(\Omega_R^4 + \Omega_R^2 \Gamma_R^2 + \Gamma_R^4)^{1/2} \right]^{1/2} \quad (12)$$

gde su Ω_R i Γ_R frekvencija i stopa prigušenosti relaksirajućih oscilacija. Kada se koriste direktno modulirani laseri za high-speed transmisione sisteme, frekvencija modulacije ne može biti veća od frekvencije relaksirajućih oscilacija. Relaksirajuće oscilacije zavise od vremena postojanja obe vrste nosilaca i vremena postojanja fotona i date su izrazom :

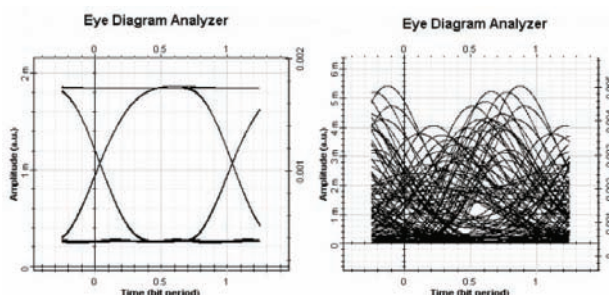
$$f_{res} = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{(\tau_{np} \tau_{ph})^{1/2}} \left(\frac{I}{I_{th}} - 1 \right)^{1/2} \quad (13)$$



Slika 10. Radna površina projekta za predstavljanje modulisanog odziva malih signala poluprovodničkih lasera

Na Slici 10. je prikazana šema simulacionog kola, urađena radi demonstriranja performansi high-speed sistema korišćenjem frekventne modulacije i povećavanjem rezonantne frekvencije sa strujom polarizacije lasera. Ukoliko bi iskoristili sledeće vrednosti : $I_{th} = 33.45\text{mA}$, $\tau_{np} = 1\text{ns}$, $\tau_{ph} = 3\text{ps}$, i, ako pretpostavimo maksimalnu struju modulacije, $I = 40\text{mA}$ i $I_b = 40\text{mA}$, odgovarajuća rezonantna frekvencija u skladu sa gornjom jednačinom će iznositi približno 1.3GHz.

Parametri koji su korišćeni prilikom simulacije su : brzina prenosa 1.3Gb/s i dužina sekvence 128bit-a, iz čega sledi da je vremenski prozor oko 98.5ns. Broj odbirak po bitu je 512, zbog čega je brzina odabiranja 670GHz. Iz svega sledi da je standardna rezolucija 10 MHz. Na Slici 11. i Slici 12. je prikazan uticaj povećanja frekventne modulacije iznad rezonantnih performansi sistema.

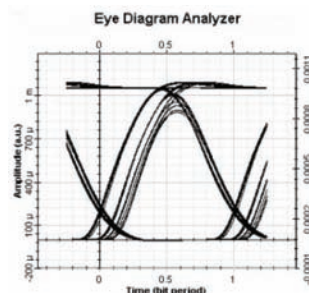


Slika 11. Povećanje frekventne modulacije na račun rezonantne

Na Slici 11. je proučen prenos 1.3Gb/s (10Gb/s). Parametri kinetičke jednačine lasera su, kao što je već navedeno, standardni ($I = I_b = 40\text{mA}$). Jasno se vidi da frekventna modulacija koja prelazi rezonantnu dovodi do neprihvatljivih performansi sistema.

Na Slici 12. je prikazan uticaj struje polarizacije na rezonantnu frekvenciju, a samim tim i na performanse

sistema, za fiksnu brzinu prenosa. Svi parametri ostaju isti, koristili smo 1.3Gb/s prenos i $I_b = 20\text{mA}$.



Slika 12. Redukovanje struje polarizacije

Ukoliko uporedimo Sliku 12. sa Slikom 11. (sa 1.3Gb/s prenosom i $I_b = 40\text{mA}$) jasno se vidi da smanjenje struje polarizacije ispod njene početne vrednosti dovodi do pogoršavanja performansi sistema.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu dat je opis rada optičkih predajnika i predstavljen je uticaj modulacije na odziv LED-a i poluprovodničkih lasera. Analizirano je ponašanje sistema za velike i male signale u zavisnosti od struje polarizacije. Vršena je i analiza uticaja brzine prenosa na kvalitet izlaznog signala. Dalji rad u ovoj oblasti bi mogao biti na simulacijama nekih drugih osobina optičkih predajnika, kao što je npr. raspodela spektra.

5. LITERATURA

- [1] Govind P. Agrawal, *Fiber-Optic Communications Systems, Third Edition*. pp. 77-133, May 2002.
- [2] OptiWave, OptiSystem, http://www.optiwave.com/pdf/brochure/OptiSystem_2009.pdf
- [3] G. P. Agrawal and N. K. Dutta, *Semiconductor Lasers*, 2nd ed., Van Nostrand Reinhold, New York, 1993.

Kratka biografija:



Slaviša Filipović rođen je u Zrenjaninu 1984.godine. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroročunarska elektronika odbranio je 2010.godine



Miloš Slankamenac rođen je u Novom Sadu 1977. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2010. god., a od 2005. god je u zvanju asistenta na FTN. Oblast interesovanja mu je elektronika i optoelektronika.



Nikola Stojanović rođen je u Odžacima 1980. god. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2007. god., a od 2008. god je u zvanju stručnog saradnika na FTN. Oblast interesovanja mu je optoelektronika.



Miloš Živanov rođen je 1948. godine u Novom Sadu. Doktorirao je na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu 1992. god., a od 2004. god je u zvanju redovnog profesora na FTN. Oblast interesovanja mu je elektronika i optoelektronika.

KOMPENZACIJA HROMATSKE DISPERZIJE POMOĆU DSF I DFF OPTIČKIH VLAKANA U SOFTVERSKIM ALATIMA

COMPENSATION OF CHROMATIC DISPERSION BY DSF AND DFF OPTICAL FIBERS WITH SOFTWARE TOOLS

Branislav Jovanović, Nikola Stojanović, Miloš Živanov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu su posebno analizirane materijalna i talasovodna disperzija i njihov uticaj na prenos signala optičkim vlaknom. Objašnjeni su postupci kako se korišćenjem posebnih tipova optičkih vlakana može smanjiti njihov štetni uticaj i prikazani su rezultati simulacije tih vlakana. Zatim je urađen programski kôd koji računa disperziju vlakna i vrši poređenje dobijenog rezultata sa rezultatom simulacije istog vlakna.

Abstract - This work describes how chromatic dispersion influences the light transmission of the optical fiber and how it is possible to reduce their harmful impact using special types of optical fibers (DSF and DFF). Further, there are exposed results of the simulation of these phenomena. Then are shown results of program code which calculates the dispersion and compares its results with simulated.

Ključne reči: DSF optičko vlakno, DFF optičko vlakno, modelovanje, simulacija, optoelektronika

1. UVOD

Optičko vlakno danas postaje dominantan medijum za prenos podataka. Zahtevi tržišta su takvi da se očekuju prenosi na što većim brzinama, na velikim udaljenostima, sa što većim kapacitetom podataka i sa što manjim gubicima. Jasno je da postoje mnogobrojna ograničenja koja se protive takvom prenosu. Ovaj rad se bavi analizom i metodama kompenzacije hromatske disperzije, kao jednom od problema prilikom prenosa podataka. Videće se kako se sa posebnom konstrukcijom vlakana uspevaju ostvariti karakteristike vlakna koje kompenzuju štetan uticaj disperzije.

2. HROMATSKA DISPERZIJA

Hromatska disperzija se javlja zbog zavisnosti indeksa prelamanja stakla od talasne dužine svetlosti koja se emituje kroz vlakno. Sastoji se iz dve komponente, *materijalne* i *talasovodne*, koje zajedničkim delovanjem rezultuju hromatsku [1].

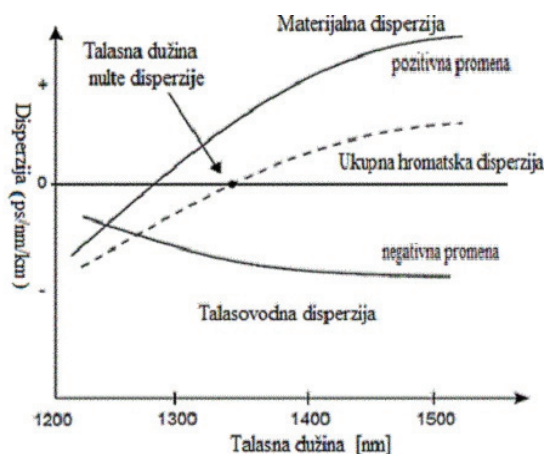
Materijalna disperzija je fenomen koji nastaje, pošto svetlosni izvori ne emituju signal samo jedne frekvencije (talasne dužine), već isti sadrži spektar različitih frekvencija koji se nalaze oko centralne [1].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji je mentor dr Miloš Živanov. red. prof.

Indeks prelamanja nije isti za sve talasne dužine, tako da će različite talasne dužine u okviru jednog optičkog signala putovati različitim brzinama. Posledica toga je da komponente na različitim talasnim dužinama neće stizati istovremeno na drugi kraj vlakna i doći će do vremenskog raspršivanja. Da bi se taj problem delimično kompenzovao, brži zraci će putovati na većim razdaljinama kroz vlakno, a sporiji na kraćim, pa će na taj način stizati gotovo istovremeno na drugi kraj vlakna.[1]

Talasovodna disperzija se dešava u monomodnim vlaknima, u kojima deo svetlosti putuje kroz omotač u kome je indeks prelamanja manji nego u jezgru vlakna, što će za posledicu imati da svetlost putuje brže nego kroz jezgro. Hromatska disperzija u suštini predstavlja merenje promene indeksa prelamanja sa talasnom dužinom i izražava se u ps/nm/km. Pozitivnu promenu ima materijalna disperzija, a negativnu talasovodna disperzija.



Slika 1. Hromatska disperzija i talasna dužina nulte disperzije

Na vrednosti talasne dužine od približno 1300 nm materijalna i talasovodna disperzija se međusobno poništavaju, i upravo ta talasna dužina se naziva *talasna dužina nulte disperzije* [1].

2.1. Kompenzacije disperzije

Kako talasovodna disperzija zavisi od prečnika vlakna i razlike između indeksa prelamanja jezgra i omotača, pažljivim biranjem ovih parametara moguće je projektovati vrednost talasovodne disperzije i na taj način direktno uticati na vrednost ukupne hromatske disperzije. Ova mogućnost je iskorišćena kako bi se projektovale posebne vrste optičkih vlakana.

DSF (Dispersion Shifted Fiber) vlakna – vlakna sa *pomerenom disperzijom*. Ukupno dejstvo materijalne

disperzije nije moguće promeniti, ali vrednost talasovodne disperzije jeste moguće. To se radi posebnom konstrukcijom jezgra vlakna, odnosno dodavanjem slojeva koji imaju različit indeks prelamanja i koji su koaksijalni duž celog vlakna. Na taj način vrednost talasne dužine nulte disperzije se pomera ka vrednosti od 1550 nm, zbog najmanjeg slabljenja koje vlakno ostvaruje u tom prozoru. DSF vlakna su uglavnom specijalizovana za WDM sisteme i prenos na velikim udaljenostima [2].

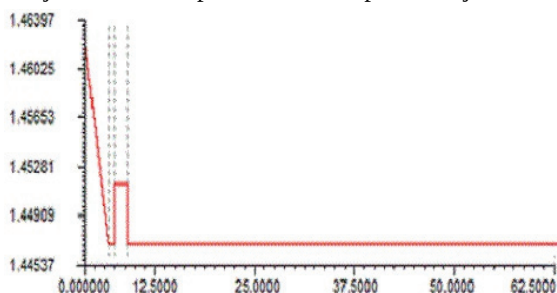
DFF(Dispersion Flattened Fiber) vlakna - vlakna sa izravnatom disperzijom. Kod ove vrste vlakana hromatska disperzija ima malu vrednost (oko 3 ps/nm/km) u širokom opsegu talasnih dužina, od 1.3 do približno 1.7 μm . Do jezgra se postavlja sloj sa indeksom prelamanja manjim nego što ga ima omotač (“depressed cladding”).

Na novopostavljeni sloj se potom postavlja omotač i kao poslednja stavka u procesu konstruisanja vlakna postavlja se i spoljašnji omotač. Upotrebom DFF vlakana u WDM sistemima, broj talasnih dužina koje se multipleksiraju u vlakno se povećava, omogućavajući na taj način i veći kapacitet prenosa podataka i smanjenje interferencije između signala [2].

3. SIMULACIJA REZULTATA KOMPENZACIJA DISPERZIJE

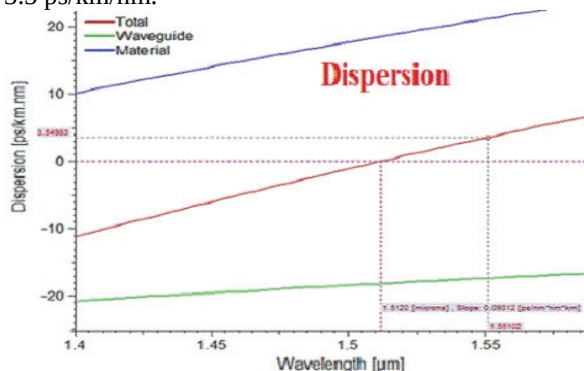
3.1. Primer simulacije i optimizacije DSF vlakna – vlakna sa pomerenom disperzijom

Prvo se definisalo DSF optičko vlakno sa četiri sloja, koja imaju različitu raspodelu indeksa prelamanja, slika 2.



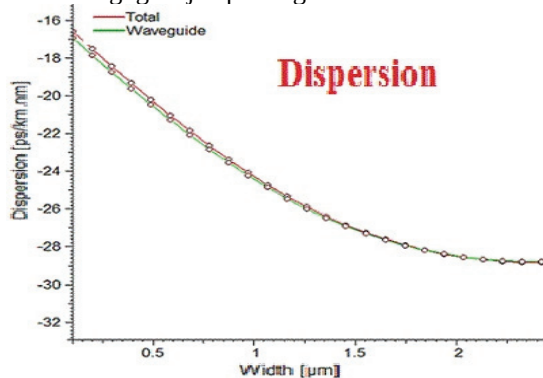
Slika 2. Profil indeksa prelamanja DSF vlakna

Nakon toga se izvršila simulacija hromatske disperzije u vlaknu. Na slici 3. se vidi da se talasna dužina nulte disperzije nalazi na 1512 nm. Cilj nam je da nultu disperziju pomerimo na 1550 nm, jer u tom prozoru vlakno ostvaruje najbolje karakteristike [3]. Za tako nešto potrebno je izvršiti redukciju ukupne disperzije za oko 3.5 ps/km/nm.



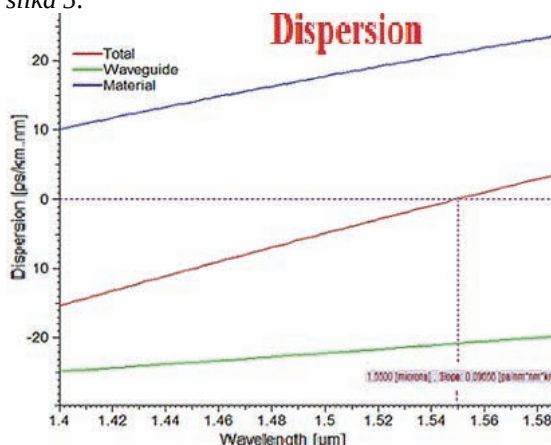
Slika 3. Grafik disperzije i vrednost talasne dužine nulte disperzije

Da bismo uopšte uradili pomeranje disperzije potrebno je izvršiti skeniranje određenih parametara vlakna, kako bismo došli do željenog cilja. Kao što će se kasnije videti, zadati uslov možemo ispuniti tako što ćemo promeniti širinu drugog sloja optičkog vlakna.



Slika 4. Grafik koji prikazuje odnos disperzija–širina drugog sloja

Grafik na slici 4. prikazuje odnos širine sloja vlakna i ukupne disperzije, sa koga možemo očitati vrednost širine sloja koja ostvaruje pomeranje nulte disperzije.[3] Za vrednost širine sloja od 1.39 μm , talasna dužina nulte disperzije se pomera na ciljanu vrednost od 1550 nm, slika 5.



Slika 5. Prikaz ukupne disperzije i talasne dužine nulte disperzije pomerene na 1550nm

Kako je to bio i prevashodni cilj ovog primera, ovim je ujedno i završeno samo konstruisanje, simulacija i prikaz rezultata optimizacije DSF vlakna.

3.2. Primer simulacije i optimizacije DFF vlakna – vlakna sa izravnatom disperzijom

U ovom poglavlju je prikazana konstrukcija više DFF vlakana, simulacija istih i konačni rezultati izmerenih disperzija. Iskorišćena je opcija da korisnik sam napiše funkciju po kojoj će se vršiti raspodela indeksa prelamanja u slojevima vlakna.

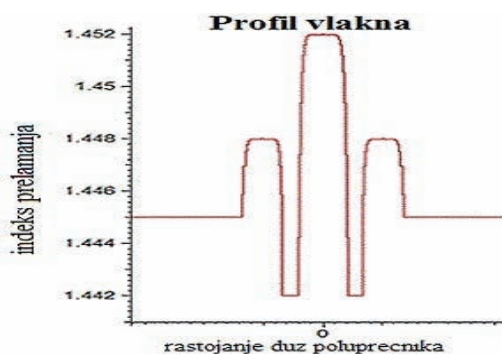
Za prvi sloj vlakna korišćena je sledeća raspodela indeksa prelamanja:

$$\text{osnova}_i + 0,01 \cdot (1 - (x / \text{širina}_i)^{10}), \quad (1)$$

dok je za treći sloj korišćena raspodela data formulom:

$$\text{osnova}_i + 0,003 \cdot (1 - ((2 \cdot x - \text{širina}_i) / \text{širina}_i)^{10}), \quad (2)$$

gde je osnova_i - vrednost indeksa prelamanja i - tog sloja vlakna u samom centru jezgra, širina_i - širina i - tog sloja vlakna koje se konstruiše, x - promenljiva koja se menja u zavisnosti od broja zadatih koraka.[3] Primer konstrukcije jednog takvog vlakna dat je na slici 6.



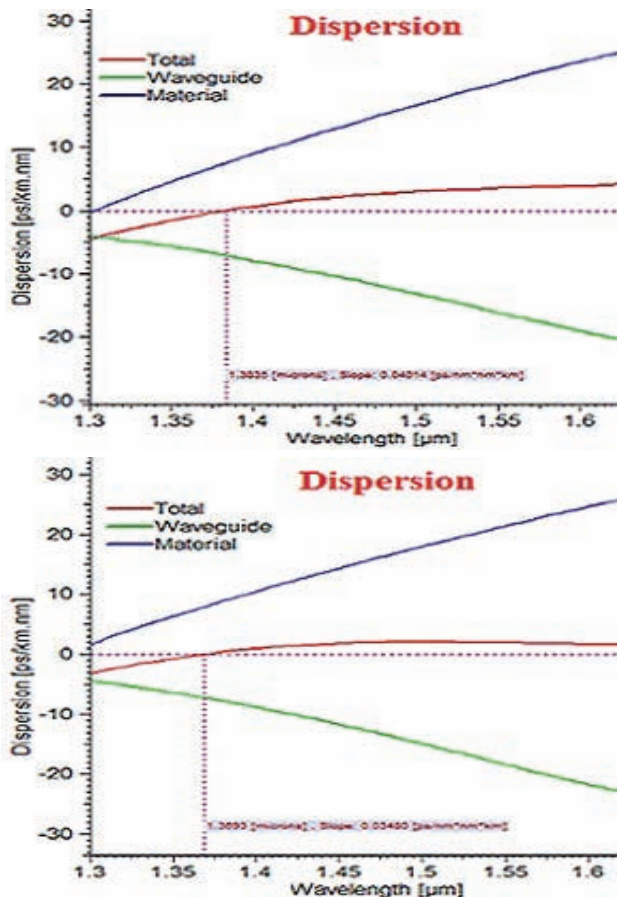
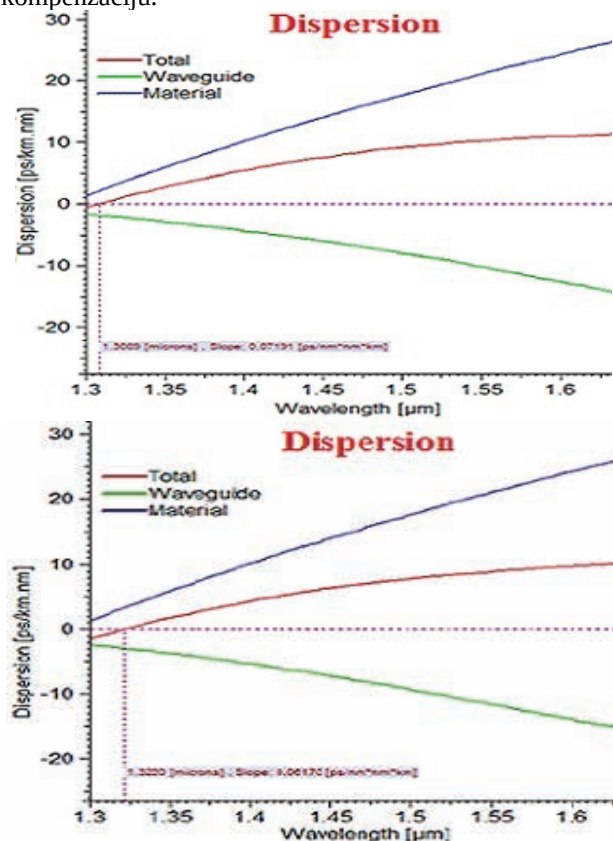
Slika 6. Primer profila raspodele indeksa prelamanja u DFF vlaknu

U tabeli 1 je dat pregled osnovnih parametara četiri DFF vlakna, čija disperzija je simulirana.

Tabela 1: Pregled parametara DFF vlakna

	širina[μm]				vrednost indeksa prelamanja			
	sloja 1	sloja 2	sloja 3	sloja 4	osnove sloja 1	sloja 2	osnove sloja 3	sloja 4
DFF vlakno 1	4.3	2.9	6.65	48.75	1.4437	1.4437	1.44692	1.44692
DFF vlakno 2	4.4	2.5	6.65	48.95	1.443	1.443	1.446	1.446
DFF vlakno 3	4.1	2.6	6.85	48.95	1.45	1.45	1.453	1.453
DFF vlakno 4	4	2.8	6.75	48.95	1.442	1.442	1.445	1.445

Na graficima prikazanih na slici 7. dati su rezultati simuliranih disperzija vlakana definisanih u tabeli 1, respektivno. Zaključujemo da pažljivim izborom parametara vlakna direktno možemo uticati na vrednost hromatske disperzije i na taj način izvršiti njenu kompenzaciju.



Slika 7. Grafici disperzija DFF vlakana iz tabele 1 respektivno

3.3. Upoređivanje disperzija računatih u MATLAB programu i simulirane u softverskom alatu

U softverskom alatu je izvršena simulacija disperzije optičkog vlakna. Potom je napisan program u MATLAB-u za računanje disperzije identičnog vlakna i grafičko prikazivanje rezultata. U MATLAB-u je omogućeno istovremeno prikazivanje grafičkih rezultata disperzija dobijenih simulacijom i računatim u MATLAB-u. Materijalna disperzija je računata po formuli:

$$D_m \approx -\frac{\lambda z \frac{d^2 n}{c d \lambda^2}}, \quad (3)$$

a talasovodna:

$$D_{wg} \approx \frac{0.1944 N_{g2}}{(2\pi a)^2 2\pi n_2^2}, \quad (4)$$

gde su:

- λ – talasna dužina
- z – rastojanje na kojoj se meri disperzija
- n – indeks prelamanja vlakna
- c – brzina svetlosti
- N_{g2} – grupni indeks prelamanja omotača
- a – poluprečnik vlakna.[4]

Ukupna hromatska disperzija predstavlja zbir delovanja materijalne i talasovodne disperzije.

Za zavisnost indeksa prelamanja od talasne dužine korišćen je *Sellmeierov izraz* sa vrednostima konstanti uzetih za SiO₂, jer se od tog materijala najčešće izrađuju optička vlakna. Vrednosti tih konstanti su eksperimentalno određeni za različite materijale i imaju različite vrednosti za svaki posebno [4]. Grafik koji prikazuje odnos disperzija - talasna dužina izračunavan na dva različita načina je prikazan na slici 8.



Slika 8. Grafički prikaz izračunatih disperzija

Na grafiku iznad, zelenom bojom označena je kriva koja odgovara rezultatu disperzije računatoj prema programu napisanom u *MATLAB-u*, dok je crvenom bojom označena kriva koja odgovara simulaciji disperzije urađenoj u softverskom alatu. Dobijeni grafici su približno isti što nam je i bio prevashodni cilj. Razliku možemo objasniti činjenicom da su formule disperzija date aproksimativno. Takođe treba uzeti u obzir i manuelnu grešku autora programa prilikom korišćenja vrednosti *Sellmeier-ovih koeficijenata*, jer je poznato da se prilikom konstrukcije vlakna često koriste određeni dopanti koji menjaju vrednosti koeficijenata. Disperzija ima i temperaturnu zavisnost, pa je i nju potrebno uzeti u obzir kao metodu eliminacije greške.

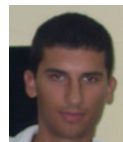
4. ZAKLJUČAK

U radu je prikazano nekoliko metoda kompenzacije hromatske disperzije, simulacijom DSF i DFF vlakana. Prilikom simulacije jedne i druge vrste vlakana prikazano je da posebnom konstrukcijom i pažljivim podešavanjima parametara istih ostvarujemo karakteristike vlakana koje utiču na smanjivanje uticaja hromatske disperzije. Na kraju je napisan program u *MATLAB-u* koji je za cilj imao da grafički prikaže disperziju izračunatu u *MATLAB-u* i dobijenu simulacijom u softverskom alatu.

5. LITERATURA

- [1] David Bailey, Edwin Wright, “*Practical Fiber Optics*”, Newnes, 2003.
- [2] Paul L. Kellez, Ivan P. Kaminow, Govind P. Agrawal, “*Nonlinear Fiber Optics*” Third Edition, Academic Press, 2001.
- [3] OptiFiber Design Software, “*OptiFiber – Technical Documentation, version 2.0*”, OptiWave, 2006.
- [4] S. O. Kasap, “*Optoelectronics and Photonics*”, Prentice-Hall Inc., 2001.

Kratka biografija:



Branislav Jovanović rođen je u Novom Sadu 1984. god. Osnovnu i srednju školu završio u Novom Sadu, dalje školovanje nastavio u Novom Sadu na Fakultetu tehničkih nauka, odsek Elektrotehnika i računarstvo, smer Mikroročunarska elektronika.



Nikola Stojanović rođen je u Odžacima 1980. god. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2007. god., a od 2008. god je u zvanju stručnog saradnika na FTN. Oblast interesovanja mu je optoelektronika.



Miloš Živanov rođen je 1948. godine u Novom Sadu. Doktorirao je na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu 1992. god., a od 2004. god je u zvanju redovnog profesora na FTN. Oblast interesovanja mu je elektronika i optoelektronika.

PROJEKTOVANJE I VERIFIKACIJA DES JEZGRA NAMENJENOG ZA FPGA IMPLEMENTACIJU

DESIGN AND VERIFICATION OF DES IP CORE INTENDED FOR FPGA IMPLEMENTATION

Ilija Pavlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada je prikazan postupak projektovanja i verifikacije DES algoritma u FPGA čip koristeći VHDL. Pre razvoja arhitektura dat je uvod u kriptografiju, a zatim i detaljna analiza načina rada DES i 3DES algoritma. Razvijena su četiri jezgra u VHDL koja su verifikovana u skladu sa verifikacionim planom. Na kraju su jezgra međusobno upoređena u pogledu veličine koje zauzimaju na čipu i brzine rada.

Abstract – This paper describes the process of design and verification of DES algorithm using the FPGA and VHDL. First paragraph is introduction to cryptography, after that in the second paragraph DES and DES3 algorithms are analyzed. Four cores are developed in VHDL and they are verified used verification plan. Finally, the cores are compared by working speed and space area at the chip.

Ključne reči: DES algoritam, 3DES, VHDL, FPGA

1. UVOD

Podaci koji se smatraju osetljivim, podaci od velikog značaja, ili podaci koji predstavljaju veliku vrednost trebaju biti kriptografski zaštićeni da ne bi bili podložni otkrivanju ili neopaženoj modifikaciji tokom prenosa ili čuvanja. Cena zaštite podataka je zanemariva naspram potencijalne cene koju treba platiti ako podaci padnu u pogrešne ruke.

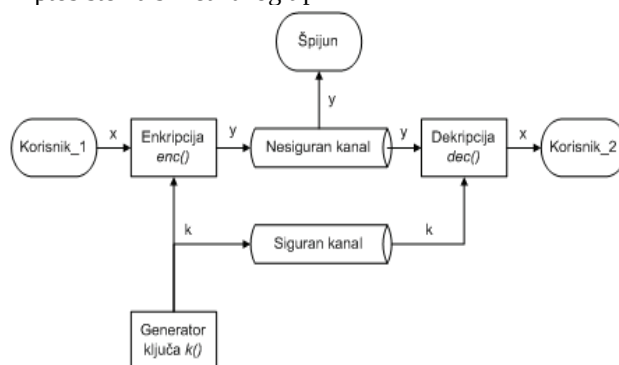
Za bolje razumevanje kriptografije potrebno je poznavati i pojmove enkripcija, dekripcija i ključ. Enkripcija ili šifrovanje znači skrivanje podataka i njihovu transformaciju u obično neprepoznatljiv sadržaj. Dekripcija ili dešifrovanje predstavlja obrnuti proces tj. konverziju iz neprepoznatljivog šifrovanog oblika natrag u "čitljiv" oblik. Ključ kao pojam vezan uz kriptografiju predstavlja podatak koji omogućava šifrovanje i/ili dešifrovanje. Ključ dakle predstavlja jedan ili više podataka koji uz poznati algoritam vode do početnih podataka i obrnuto.

1.1. DES algoritam

DES (Data Encryption Standard) je razvijen tokom 70-ih godina u IBM-u, a 1977. godine je prihvaćen od Američke vlade kao standard za zaštitu podataka [1].

Jedan je od najpoznatijih i najraširenijih algoritama. Simetričnog je tipa. Za šifrovanje i dešifrovanje koristi se isti ključ. Šematski prikaz uprošćenog sistema

simetričnog tipa prikazan je na blok dijagramu Slika 1. Sigurnost ovakve enkripcije je velika zbog velike raznovrsnosti ključa, a zavisi i od korišćenog algoritma. Simetrična enkripcija je veoma brza, to je još jedan značajan faktor. Pored prednosti na polju sigurnosti i brzine, postoji i jedan značajan nedostatak. Kako preneti tajni ključ? Problem je u tome ako se ključ presretne poruka se može pročitati. Zato se ovaj tip enkripcije najčešće koristi prilikom zaštite podataka koje ne delimo sa drugima (šifru znate samo vi i nju nije potrebno slati drugome). Na slici 1. dat je šematski prikaz uopštenog kriptosistema simetričnog tipa:



Slika 1. Uopšteni kriptosistem simetričnog tipa

Korisnik_1 i Korisnik_2 žele da komuniciraju preko nesigurnog (možda da je bolji termin "otvorenog") kanala, a Špijun želi da čita njihove poruke. Zato Korisnik_1 i Korisnik_2 moraju da koriste kriptosistem da bi sprečili Špijuna da čita njihove poruke.

U ovom sistemu x je tekst poruke, y je šifrovani tekst, a k je ključ. Funkcija $enc()$ obezbeđuje enkripciju ulaznog teksta x koristeći ključ k koji generiše funkcija $k()$ dok funkcija $dec()$ obezbeđuje dekripciju šifrovanog teksta koristeći isti taj ključ.

Dakle, Korisnik_1 i Korisnik_2 moraju da poseduju isti ključ. Oni ne mogu koristiti nesigurni kanal, budući da i Špijun ima pristup njemu (pretpostavka je da su funkcije $enc()$ i $dec()$ poznate Špijunu). Prema tome ključ moraju razmeniti kroz sigurni kanal kojem samo oni mogu pristupiti.

DES se danas više ne smatra sigurnim, pošto se 56-bitni ključ u današnje vreme, i sa raspoloživim kompjuterskim resursima, može probiti primenom sistematskog pretraživanja (eng. *brute force*). Međutim upotreba verzija DES algoritma, kao što su na primer DESX, 3DES ili s^n DES je vrlo raširena te se u neko naredno vreme, uprkos svim slabostima, ne očekuje njegova zamena nekim drugim algoritmom.

NAPOMENA:

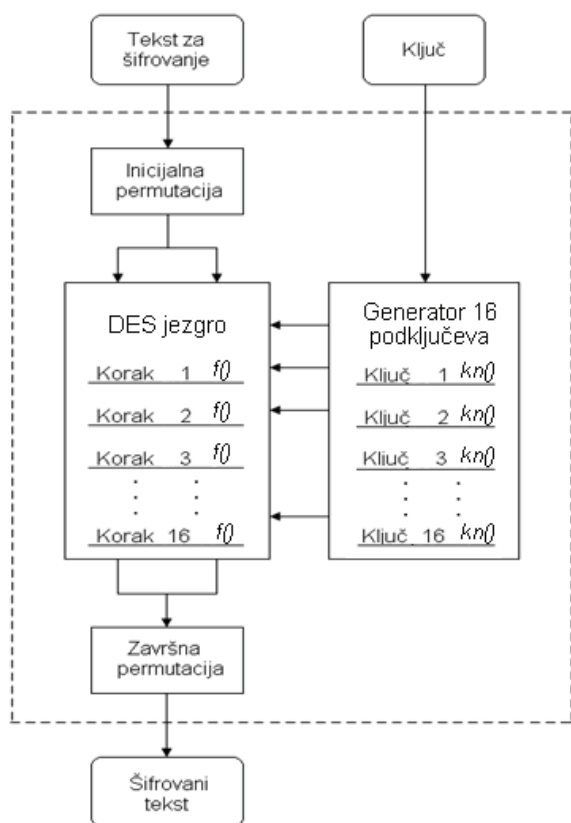
Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je dr Rastislav Struharik, docent.

2. KRATAK OPIS DES ALGORITMA

Specifikacija DES algoritma je javno poznata, vidi [2], pa zaštita šifrovanih podataka zavisi isključivo od sigurnosti koju obezbeđuje ključ za enkripciju. Neovlašćeni korisnici koji znaju algoritam, a nemaju ispravan ključ ne mogu dobiti originalne podatke. Algoritam je koncipiran da šifruje i dešifruje blok podataka veličine 64 bita sa ključem iste dužine.

Kod ključa se svaki osmi bit zanemaruje u algoritmu i on se može koristiti za proveru pariteta. Dešifrovanje mora biti izvršeno korišćenjem identičnog ključa kao za šifrovanje, ali sa izmenjenim rasporedom adresa bita ključa tako da je dekripcioni proces obrnut od enkripcionog.

Algoritam možemo podeliti na četiri dela: inicijalna permutacija, generisanje 16 ključeva, DES jezgro i inverzna inicijalna (završna) permutacija. Na blok dijagramu Slika 2. je prikazan uprošćeni šematski prikaz DES algoritma. Blok podataka, na grafiku "Tekst za šifrovanje", prvo je podvrgnut inicijalnoj permutaciji, zatim složenom izračunavanju gde koristimo ključ i na kraju, posle završne permutacije dobijamo šifrovani blok podataka "Šifrovani tekst".



Slika 2. Uprošćeni šematski prikaz DES algoritma.

2.1. Generator 16 podključeva

Ulazni ključ za DES algoritam je dug 64 bita, ali stvarno korišćeni ključ je dug samo 56 bita. Poslednji značajni (krajnji desni) bit u svakom bajtu se u algoritmu ignorišu, tako da se sedam najznačajnijih (najviših) bitova iz svakog bajta koriste i čine u celini ključ od 56 bita.

Ovaj ključ se permutuje dalje, šiftuje na nivou bita pa opet permutuje sve u cilju da dobijemo 16 podključeva od 48 bita.

2.2. Inicijalna permutacija

Kada su generisani podključevi, sledeći korak je spremati podatke za enkripciju. Ovo postizemo preusmeravanjem svakog bita iz 64-bitnog bloka podataka u novi 64-bitni blok. Ovu permutaciju obavljam prema inicijalnoj permutaciji

2.3. DES jezgro

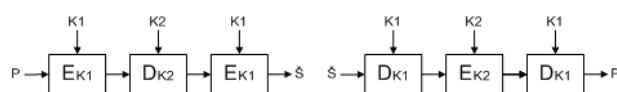
Centralni deo algoritma je jezgro koje vrši enkripciju podataka pomoću 16 ključeva. Za svaki ključ vrši se po jedan korak algoritma, funkcija $f()$. Ulazni podaci koje enkriptujemo u prvom koraku su dovedeni sa izlaza inicijalne permutacije. Izlazni podaci koraka jedan su ulazni podaci koraka dva, i tako redom do šesnaestog koraka.

2.4. Završna permutacija

Krajnji 64-bitni rezultat dobijen u šesnaestom koraku DES jezgra se permutuje inverznom inicijalnom (završnom) permutacijom. Izlaz završne permutacije je kraj DES algoritma.

2.5. Trostruki DES

3DES (*TripleDES*) je, kako mu i samo ime kaže, trostruki DES algoritam. On unapređuje sigurnost i u praksi se upotrebljava u takozvanom EDE načinu rada za enkriptor i DED za dekriptor.



Slika 3. 3DES (enkriptor-levo, dekriptor-desno)

Blok dijagram Slika.3. prikazuje trostruki DES algoritam u EDE režimu (DED režimu) koji dobijamo kada tri obična DES modula vezemo na red kao enkriptor-dekriptor-enkriptor (dekriptor-enkriptor-dekriptor). Na svaki od tri modula potrebno je dovesti ključ. Na prvi i treći modul dovodimo jedan isti ključ K1, a na drugi modul ključ K2 što nam daje 112-bitni ključ za šifrovanje (dva 56-bitna ključa).

3. NAČINI REALIZACIJE ARHITEKTURA

DES algoritam možemo realizovati na dva suprotna načina, koje ćemo u daljem tekstu nazivati *kaskadni* i *sekvencijalni*.

Cilj kaskadne realizacije je maksimalna brzina rada, a sekvencijalne minimalna zauzetost prostora na čipu. Zato se razlikuju u načinu realizacije DES jezgra i generatora 16 podključeva. Sekvencijalni način realizacije ima samo po jedan modul koji se ponavlja (funkcije: $f()$, $kn()$), za razliku od kaskadnog načina kod kojeg nema redukovanja elemenata. Oba načina razlikuju se i po potrebnim dodatnim elementima koji obezbeđuju da finalni uređaj možemo sinhronizovati i lako vezivati.

3.1. Kaskadna realizacija

Kaskadna arhitektura najviše se poklapa sa DES matematičkim algoritmom. Enkriptor i dekriptor moraju biti realizovani kao dve posebne jedinice.

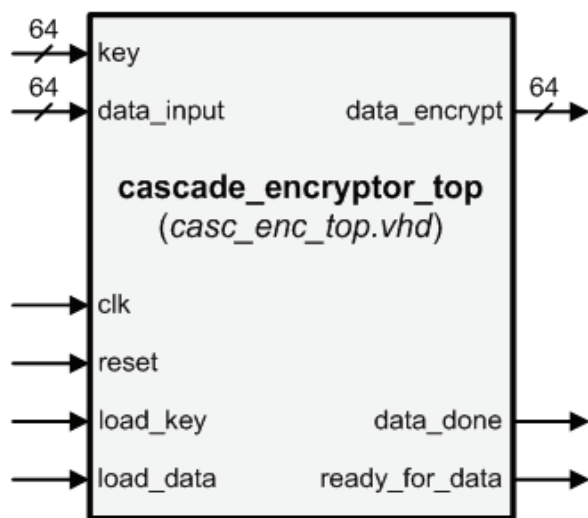
3.1.1. Interfejs kaskadnog enkriptora i dekriptora

clk – Signal takta, služi za sinhronizaciju različitih delova digitalnog sistema;

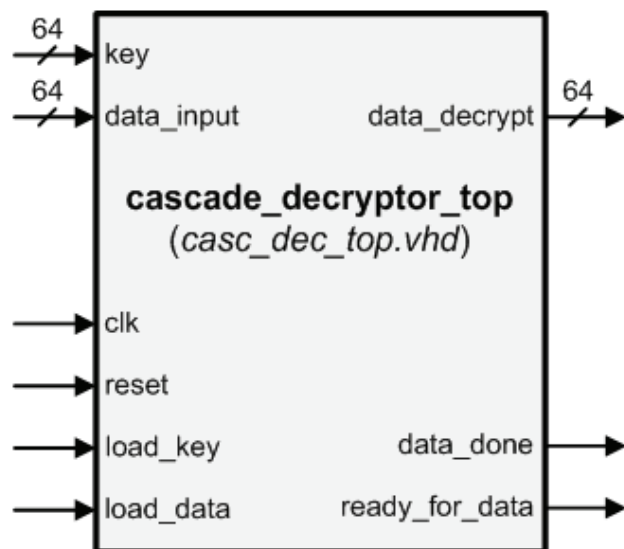
reset – Signal koji vrši inicijalizaciju celog sistema;
data_input – 64-bitna magistrala ulaznog bloka podataka
key – 64-bitna magistrala ključa;
load_key – Upravljački signal koji izводи sistem iz početnog stanja i daje dozvolu sistemu da učitava 64-bitni ključ i generiše sve podključeve;
ready_for_data – Indikacioni signal koji se setuje na logičku jedinicu u trenutku kada je sistem generisao i poslednji podključ;
load_data – Upravljački signal koji daje dozvolu sistemu da učitava blok podataka koje treba obraditi;
data_done – Indikacioni signal koji se setuje na logičku jedinicu u trenutku kada sistem generiše obrađene podatke na izlaznu magistralu podataka;
data_encrypt ili *data_decrypt* – 64-bitna magistrala izlaznog bloka podataka.

3.1.2. Arhitektura kaskadnog enkriptora i dekriptora

Na blok dijagramima Slika 4. i Slika 5. dati su spoljni DES enkriptora i dekriptora realizovanog na kaskadni način prikazane na najvišem nivou apstrakcije.



Slika 4. Kaskadni DES enkriptora



Slika 5. Kaskadni DES dekriptora

3.2. Sekvencijalna realizacija

Kod sekvencijalne realizacije arhitekture DES algoritma ne samo što smo redukovali broj modula koji se ponavljaju na po jedan, nego smo enkriptor i dekriptor spakovali u jedan uređaj tako da dele resurse.

3.2.1. Interfejs sekvencijalnog enkriptora/dekriptora

clk, *reset*, *data_input*, *key*, *load_data*, *data_done* signali imaju istu ulogu kao kod kaskadnih arhitektura i ovde ona neće biti navođena;

start – Upravljački signal za startovanje sistema, samo on može da izvede sistem iz početnog položaja i samo za to i služi;

encrypt_decrypt – Upravljački signal za izbor režima rada sistema, enkripcije ako je aktivan, dekripcije ako je neaktivan. Ovaj signal mora biti postavljen pre pokretanja sistema signalom *start* da bi sistem ispravno otišao u željeni režim rada;

load_key – Upravljački signal daje dozvolu sistemu da učitava 64-bitni ključ i generiše prvi podključ;

ready_for_data – Indikacioni signal koji se setuje na logičku jedinicu u trenutku kada je sistem generisao prvi podključ;

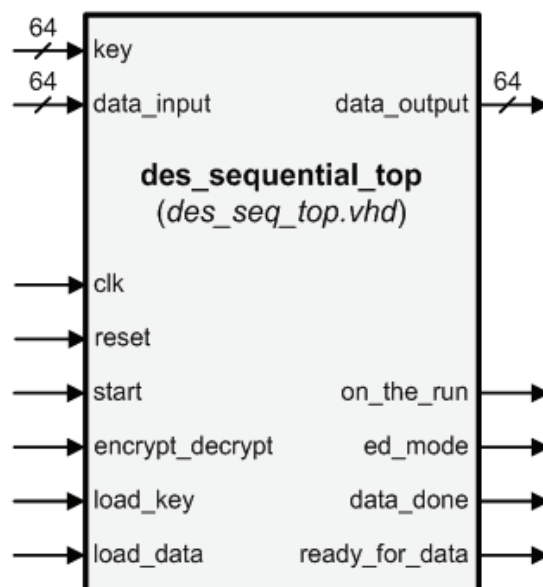
on_the_run – Indikacioni signal koji se setuje na logičku jedinicu u trenutku kada sistem uđe u jedan od dva režima rada;

ed_mode – Indikacioni signal kojeg ima smisla posmatrati samo paralelno sa signalom *on_the_run=1*. Signal aktivan (logička jedinica) onda znamo da je sistem u režimu enkripcije, a ako je neaktivan znamo da je sistem u režimu dekripcije;

data_output – 64-bitna magistrala izlaznog bloka podataka.

3.2.1. Arhitektura sekvencijalnog enkriptora/dekriptora

Na blok dijagramu Slika 6. data je arhitektura DES enkriptora/ realizovanog na sekvencijalan način prikazana na najvišem nivou apstrakcije.



Slika 6. Sekvencijalni DES enkriptor/dekriptor

3.3. TripleDES enkriptor/dekriptor

Ovaj uređaj realizovaćemo u skladu sa matematičkim 3DES modelom, ali uz jednu bitnu razliku. Hoćemo da u

jednom uređaju imamo i enkriptor (EDE) i dekriptor (DED). Razumljivo, da bi ovo ispunili moramo koristiti tri redno vezana sekvencijalna DES enkriptor/dekriptor uređaja.

3.3.1. Interfejs 3DES enkriptora/dekriptora

clk, *reset*, *data_input*, *start*, *encrypt_decrypt*, *load_key*, *load_data*, *data_done*, *ready_for_data*, *data_output* signali imaju istu ulogu kao kod sekvencijalnog DES enkriptora/dekriptora i ovde ona neće biti ponovo navođena;

key1 – 64-bitni magistrala prvog ključa;

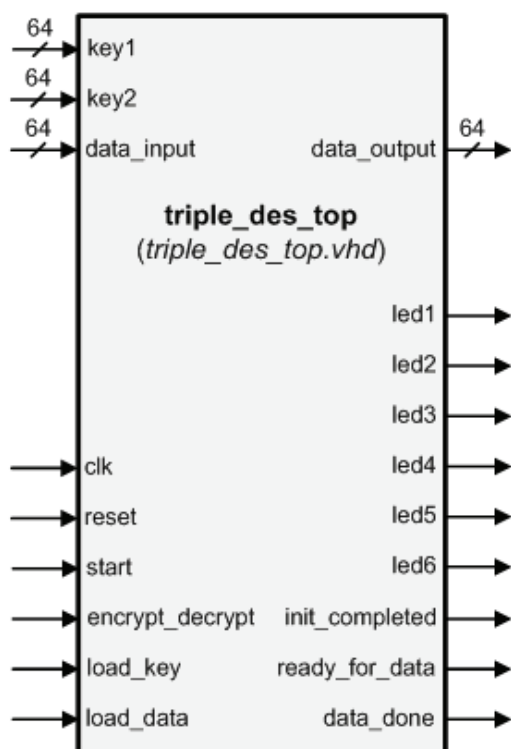
key2 – 64-bitni magistrala drugog ključa;

init_completed – Indikacioni signal koji govori korisniku kada je sistem spreman da radi kao 3DES enkriptor ili 3DES dekriptor;

led1 - *led6* – Indikacioni izlazi koji nam govore u kom režimu je sistem.

3.3.2. Arhitektura 3DES enkriptora/dekriptora

Na blok dijagramu Slika 7. data je arhitektura 3DES enkriptora prikazana na najvišem nivou apstrakcije.



Slika 7. 3DES enkriptor/dekriptor

Ispod imena instance svih modula najviših nivoa, data su imena njihovih *.vhd datoteka (VHDL koda) u kojima se nalaze izvorni kodovi.

4. VERIFIKACIJA

Prvi korak u procesu verifikacije jeste razvijanje plana za proveru dizajna. Ovaj plan obično nazivamo *verifikacioni plan*. Njime će se utvrditi područja koja treba verifikovati u dizajnu i kako će ona biti testirana. To je obično dokument slobodne forme. Postoje četiri DES VHDL modela koja treba verifikovati. Njih prvo treba razložiti na jednostavne module. Zatim, kako su mnogi moduli identični potrebno ih je prepoznati da ne bi isti modul

verifikovali više puta i time trošili vreme i resurse. Za svaki jednostavan modul dat je po jedan testbenč koji ga verifikuje. Složene module nije efikasno verifikovati uz pomoć jednostavnih testbenčeva. Svaki od modula poseduje veliki broj različitih vrednosti ulaznih upravljačkih signala, njih nije praktično ručno unositi, zatim računati vrednost „peške“ i na kraju dobivenu vrednost upoređivati sa vrednošću na izlazu modula. Složićemo se da bi provera nekoliko mogućih stanja trajala jako dugo, a provera robusnosti sistema za koju je potrebno bar 100000 vektora bila bi nemoguća. Zato smo napravili verifikaciono okruženje koje će ispitati za nas funkcionalnu ispravnost modula i njegovu robusnost. Zbog velike sličnosti, svaki uređaj možemo testirati preko konceptijskog istog verifikacionog okruženja.

5. IMPLEMENTACIJA

U ovoj glavi su upoređene osobine realizovanih arhitektura. Najlakše je rezultate posmatrati i porediti kada su oni sortirani tabelarno. Zato smo ih prikazali u tabeli 1. u koju su smešteni najvažniji podaci dobijeni iz sinteze arhitektura i simulacije.

Tabela.1. Rezultati sinteze i simulacije

	Površina čipa (broj CLB's)	Brzina (broj perioda)	Sigurnost (ključ)
Kaskadna	4104	5	loša (56-bit)
Sekvencijalna	577	24	loša (56-bit)
3DES	1739	67	dobra (112-bit)

6. ZAKLJUČAK

Najmanju površinu čipa, broj CLB's (*configurable logic blocks*) zauzima sekvencijalna arhitektura, zatim 3DES i na kraju kaskadna arhitektura. Najbrže na izlazu postave se obrađeni podaci u kaskadnoj realizaciji, zatim u sekvencijalnoj i na kraju u 3DES, gledano u broju perioda sinhronizacionog takta.

Predlog je da se u budućem radu realizuju sledeće arhitekture: 3DES arhitektura iz jedne sekvencijalne DES arhitekture i 3DES arhitektura realizovana korišćenjem kaskadnih DES arhitektura.

7. LITERATURA

[1] www.wikipedia.com

[2] U.S. Department of commerce/National Institute of Standards and Technology „Data Encryption Standard” 1999 October 25

Kratka biografija:



Ilija Pavlović rođen je u Zagrebu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Projektovanje složenih digitalnih sistema odbranio je 2010.god.

MERENJE U UPRAVLJANJU POTROŠNJOM ELEKTRIČNE ENERGIJE U CEMENTARI HOLCIM SRBIJA

MEASUREMENTS IN ELECTRICAL ENERGY CONSUMPTION MANAGEMENT IN HOLCIM SERBIA CEMENT PLANT

Miloš Milojević, Vladimir Vujičić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad bavi se menadžmentom potrošnje električne energije. U tom cilju predstavljen je način uštede električne energije ograničavanjem vršnih snaga. Opisana je primena SIEMENS-ovog softvera PowerRate – Load management, kao i nova metoda merenja vršnog opterećenja – sliding window.

Abstract – This thesis presents management of electrical energy consumption in Holcim Serbia company, Novi Popovac cement plant. For that purpose, manner of saving electrical energy consumption by peak power limiting, is presented. Siemens' software "Powerrate – Load management" application and new way of peak power measurement, "sliding window", are described.

Ključne reči: vršna snaga, lista prioriteta, load management, sliding window

1. UVOD

Smanjenje zaliha prirodnih resursa i drastično povećanje cene energenata poslednjih godina dovodi u prvi plan upravljanje potrošnjom električne energije.

Postala je sve izraženija težnja savremenih industrijskih postrojenja za efikasnijom proizvodnjom, a uz to i jasnija potreba za uvođenjem sistema menadžmenta električnom energijom koji će biti u stanju da kontinualno prati i optimizuje potrošnju iste

Proizvodnja cementa predstavlja jednu od energetske najintenzivnijih industrija. U ovom radu opisana je implementacija modela za smanjenje obračunske snage praćenjem i ograničavanjem vršnih opterećenja, a samim tim i smanjenje računa za električnu energiju u kompaniji Holcim Srbija, cementara Novi Popovac (NP). Predstavljeni su softver 'Load Management' i Actaris brojilo tipa SL7000, čijom sinhronizacijom se realizuje pomenuta metoda. Na kraju rada opisana je i mogućnost novog načina merenja vršnog opterećenja – 'sliding window' metoda.

2. ZNAČAJ ENERGETSKOG MENADŽMENTA U CEMENTNOJ INDUSTRIJI

Upravljanje energijom je praćenje i analiziranje potrošnje energije, sprovođenje energetske pregleda, sprovođenje mera energetske efikasnosti, uspostavljene i vođenje informacionog sistema za energetske efikasnost.

NAPOMENA:

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

Definisanje energetske politike kompanije i uspostavljanje organizacije unutar kompanije, koja će biti odgovorna za definisanje i sprovođenje aktivnosti menadžmenta energijom, postaća neophodnost u savremenom poslovanju.

3. PROCES PROIZVODNJE CEMENTA

Proces proizvodnje cementa, od kopova sirovinskog materijala do isporuke cementa klijentu, najlakše je predstaviti u obliku proizvodnog lanca koji se sastoji iz šest faza:

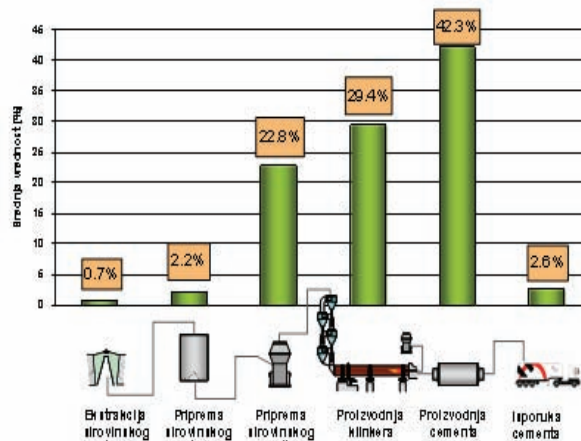
ekstrakcija sirovinskog materijala; priprema sirovinskog materijala; priprema sirovinskog brašna; proizvodnja klinkera; proizvodnja cementa; isporuka cementa.

U ovom poglavlju detaljnije su opisane faze procesa proizvodnje cementa. Proizvodni procesi, oprema i tehnike koje se koriste u pojedinim fazama proizvodnje biće ukratko opisane kako bi se stekao utisak o energetske intenzivnosti ove vrste proizvodnje i omogućilo lakše praćenje u realizaciji daljeg projekta.

4. ENERGETSKI INTENZIVNA INDUSTRIJA

4.1. Potrošnja električne energije

Fabrike cementa su veliki potrošači električne energije. Fabrika cementa sa rotacionom peći koja proizvodi 2 000 t klinkera dnevno (što se smatra manjom fabrikom cementa) zahteva instaliranu snagu preko 20 MW.



Grafik 4.1 - Procentualna raspodela potrošnje električne energije prema delu procesa proizvodnje

Na specifičnu potrošnju električne energije utiče mnogo faktora, među kojima treba i tražiti potencijal za uštedu električne energije:

- Tehnološki:

- optimizovana i dobro planirana proizvodnja
- potrošnja termalne energije
- pneumatski transport
- komprimovani vazduh
- rad opreme u praznom hodu
- falš vazduh i veći diferencijalni pritisak (Δp)
- tehnologija mlevenja
- vrsta materijala koji se melje

- Tehnički:

- vrsta upravljanja elektro-motorima
- reaktivna energija
- podešavanje rasporeda proizvodnje
- targetiranje (limitiranje, planiranje) vršnih snaga

4.2. Primer utroška energije realnog postrojenja

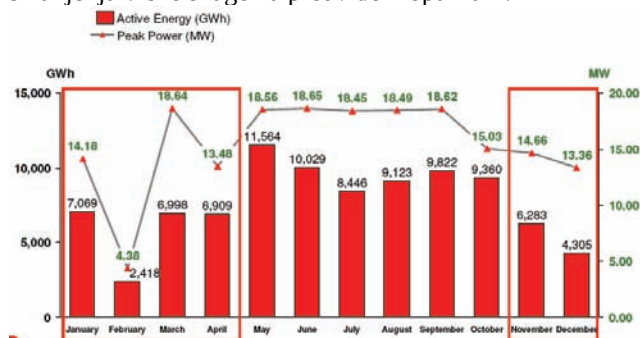
U slučaju „rasprodatog“ tržišta, realna fabrika sa proizvodnjom klinkera 2000 t/dnevno ima ukupne troškove električne energije u rang 4 000 000 EUR na godišnjem nivou.

Snaga velikih potrošača kao što su fabrike veoma varira po veličini tokom dana što je nepovoljno po isporučioa električne energije. Za njih su najpovoljniji oni potrošači koji ujednačeno, tj. istom snagom opterećuju mrežu. Radi toga uvedene su posebne dažbine za velike potrošače u vidu plaćanja vršne snage.

Zbog načina merenja i obračuna električne energije, pored aktivne električne energije (kWh), obračunska snaga (vršna snaga, kW), tj. najveća srednja vrednost snage u petnaestominutnim intervalima tog meseca, ima najveći uticaj na vrednost računa električne energije. Praćenjem i ograničavanjem vršnih opterećenja može se postići smanjenje obračunske snage, a samim tim i smanjenje računa za električnu energiju uz nepromenenu potrošnju električne energije.

5. METODA UŠTEDE ELEKTRIČNE ENERGIJE LIMITIRANJEM VRŠNIH SNAGA

U cilju podrške unapređenja procesa, istraživana je mogućnost instaliranja softvera menadžmenta opterećenja za optimizaciju vršne snage. Jedna od solucija dostupnih na tržištu je SIEMENS 'Powerrate'. Ovaj softver može biti implementiran u cementari Holcim Srbija kroz kontrolni sistem PCS7. Menadžment opterećenja programira se na način koji na osnovu predefinisane liste prioriteta potrošača može automatski da ih isključuje, u cilju smanjenja vršne snage na predviđeni optimum.



Grafik 5.1 – Aktivna i vršna snaga po mesecima za 2009. godinu

Smanjenje 1 MW 'Vršne snage na mesečnom nivou predstavlja uštedu od oko 4 000€! (1kW=427.9 RSD)

Softver za menadžment opterećenja koji želimo da implementiramo u cilju limitiranja vršnih snaga mora da ima sledeće karakteristike:

- Mora da omogući podršku operaterima u kontrolnoj sobi u limitiranju vršnih snaga, i na taj način i samih računa za električnu energiju
- Da bude programiran tako da automatski isključuje unapred definisane potrošače, u cilju održanja vrha snage na limitiranoj vrednosti. Takvi potrošači trebalo bi da se nalaze u listi prioriteta.
- Jednostavnu implementaciju u NP fabrici
- Korišćenje podataka iz uređaja za merenje električne energije i snage, koji postoje u fabrici (Siprotec i Sepam na pojedinačnim potrošačima) i mogućnost merenja dodatnih vrednosti
- Mogućnost jednostavne parametrizacije u cilju podešavanja zahteva procesa vezanih za maksimalni vrh snage
- Izabrana solucija za menadžment opterećenja treba da bude pouzdana i sa reputacijom na industrijskom tržištu

Jedan od mogućih dobavljača softvera za 'Menadžment opterećenja' je SIEMENS. SIEMENS kompanija, sa departmanom za tehnologiju automatizacije predložila je softverski paket SIEMENS PowerRate, aplikacija Load Management (Menadžment opterećenja) PCS7 soluciju. Prioritet pri implementiranju solucije za menadžment opterećenja je definisanje **liste prioriteta potrošača**, a takođe i kontrolnih petlji u procesu proizvodnje definisanog u procesnoj kontroli sistema.

5.1. Definisanje liste prioriteta

U cilju definisanja iste, treba biti organizovan poseban tim, od specijaliste za električnu energiju, proizvodnju i proces. Lista prioriteta potrošača biće baza za rad softvera menadžmenta opterećenja.

Pre definisanja i implementacije liste prioriteta potrošača potrebno je popisati najveće potrošače u fabrici Holcim Srbija, Novi Popovac. Fabrika cementa Novi Popovac ima više od 600 motora od kojih 23 instalisane snage veće od 250 kW. Instalirana snaga ova 23 motora je 21.3 MW (megavat), što predstavlja oko 90 procenata ukupne instalirane snage u fabrici. U daljem delu projekta fokus je na ovim potrošačima i grupama ovih potrošača (razni transporter, kompresori, manji ventilatori, pumpe, oprema za podmazivanje...).

Putem liste prioriteta definiše se hijerarhija isključenja korisnika. U tu svrhu, dodeljeni su prioriteti potrošačima na osnovu kojih sistem automatski generiše tzv. puštanje ili blokiranje signala, koji utiču direktno na isključenje ili ponovno povezivanje potrošača. Pored automatskog moda, mogu se i ručno (manuelno) puštati ili blokirati potrošači.

Za potrebe ovog projekta definisana je lista prioriteta potrošača u fabrici Holcim Srbija, cementara Novi Popovac prema važnosti određene opreme u procesu proizvodnje.

Prioritet 1 dodeljen je zoni 400 (peć), tj. proizvodnji klinkera, koja po Holcimovim kriterijumima mora biti u funkciji minimum 85 posto vremena u toku godine (310 dana) da bi se smatrala uspešnom i koja je osnov za dalju

proizvodnju cementa. Prioritetima 1 pridodat je i pogon ventilatora procesnog filtra bez koga cela zona 400 ne može da funkcioniše.

Oprema	Snaga (MW)	Prioritet
Drobilica	0.75	5
Mlin sirovine - Glavni pogon	2.8	4
Mlin sirovine - Motor recirkulacionog ventilatora	1.05	4
Motor ventilatora filtra peći	0.8	1
Motor ventilatora dimnih gasova peći	1.05	1
Glavni pogon peći	0.56	1
Glavni pogon peći	0.56	1
Mlin cementa #1 - Glavni pogon	5.16	7
Mlin cementa #1 - Motor ventilatora filtra	0.28	7
Mlin cementa #2 - Glavni pogon	2.1	6
Mlin cementa #2 - Glavni pogon	2.1	6
Separator #2 - Glavni pogon	0.355	6
Separator #2 - Motor ventilatora	0.56	6
Motor ventilatora filtra	0.28	6
Motor ventilatora filtra - Sušara	0.355	6
Mlin uglja - Glavni pogon	0.45	2
Mlin uglja - Motor ventilatora	0.45	2
Motor ventilatora filtra	0.355	1
Kompresorska stanica	1.25	3

Tabela 5.1 – Najveći potrošači sa dodeljenim prioritetima

Prioritet 2 dodeljen je mlinu uglja koji gorivom hrani peć.

Prioritet 3 dodeljen je kompresorskoj stanici sa njenih 5 motora od po 250kW instalisane snage. Bez pojedinih motora ove stanice ni jedna zona ne može biti u funkciji.

Prioritet 4 dodeljen je zoni 300, tj. mlinu sirovine.

Prioritet 5 dodeljen je drobilici.

Prioritet 6 dodeljen je mlinu cementa 2 (deo zone 500) opremljenom najsavremenijim separatorom.

Prioritet 7 dodeljen je mlinu cementa 1 (deo zone 500) opremljenom separatorom starije generacije, manje efikasnim od mlina cementa 2, samim tim u poziciji gde jedan mlin cementa ne mora da bude u funkciji, pogodnijim za isključenje.

U okviru iste prioritete grupe potrebno je dodatno definisati raspored isključenja potrošača.

Uzimajući u obzir celokupni proces proizvodnje i prioritete potrošača, a za potrebe ovog projekta, razvijeno je 7 različitih profila rada postrojenja.

Iz prakse u fabrici je poznato da maksimalna snaga određene grupe potrošača (mlin sirovine, mlin uglja, mlin cementa #1, mlin cementa #2, ...) ne prelazi 90% instalisane snage velikih potrošača (preko 250kW) u datoj grupi. Ta vrednost najčešće je u intervalu od 70% do 80%. Iz tog razloga snage u svim profilima rada limitirane su na 90% ukupne instalisane snage velikih potrošača koji su predviđeni da rade u datom profilu.

6. SOFTVER – MENADŽMENT OPTEREĆENJA

Fabrika cementa Novi Popovac, ima implementiran Siemens-ov kontrolni sistem SIMATIC PCS7, posebno specijalizovan za cementnu industriju. Siemens Powerrate PCS 7, sa posebnom aplikacijom za menadžment opterećenja, razvijen je kao mogući dodatak (add-in) kontrolnom sistemu SIMATIC PCS7.

6.1. Load management

Cilj load management-a:

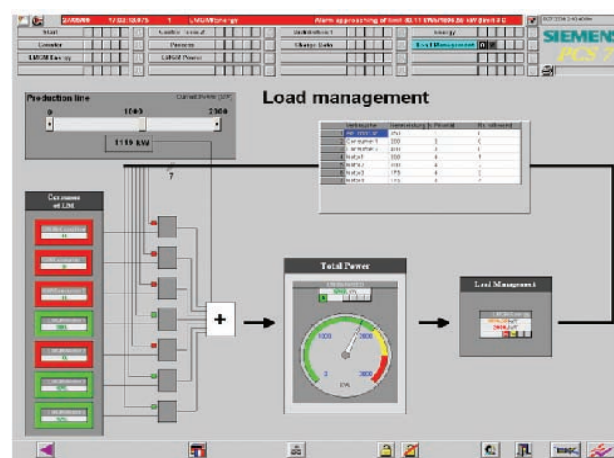
- kontinuirano praćenje limita snage !

- sprečavanje prekoračenja limita dogovorenih sa dobavljačem (u našem slučaju postavljenih interno)!

Glavne karakteristike ovog softvera su: automatski proračun (i prikaz) trenda; automatsko uključanje ili isključenje potrošača po zahtevu; jasno strukturiran ekran i pogodna konfiguracija na interfejsu; sveobuhvatni parametri za prilagođavanje datim uslovima procesa. Zahtevana vrednost maksimalne prosečne snage, dogovorena sa nabavljačem, mora uvažiti i česta prekoračenja pri drastičnom povećanju potrošnje.

Load management SIMATIC PCS 7 powerrate obavlja proračun za svaki detektovan period u cilju provere da li su određene, zahtevane granice snage u skladu sa onima na kraju perioda. Ako trend za limit prekoračenja postaje jasan, sistem generiše upozorenje ili alarmnu poruku.

Pored obračuna trenda i generisanja poruke u slučaju prekoračenja praćenog limita, može se potrošačem opcionalno upravljati i direktno preko sistema.



Slika 6.1 – Load management – isključivanje potrošača

Putem liste prioriteta, možete definisati hijerarhiju isključenja svojih korisnika. U tu svrhu, dodeljeni su prioriteti potrošačima na osnovu kojih sistem automatski generiše tzv. puštanje ili blokiranje signala.

7. ACTARIS BROJILO

SL7000 je elektronsko statičko višefunkcijsko trofazno brojilo koje se koristi za indirektna merenja preko mernih transformatora (MT), koje meri i prikazuje aktivnu i reaktivnu električnu energiju po fazi u 4 kvadranta. Brojilo obezbeđuje daljinsko i lokalno očitavanje i programiranje.

Tehnologija - Svaki strujni i naponski ulazni signal semplovan je i digitalizovan u 40 delova po periodu. Odgovarajuća RMS (Root mean square) vrednost struje i napona računa se za svakih 50 perioda. Prividna snaga računa se aritmetičkim množenjem RMS vrednosti napona i struje ili po standardnoj vektorskoj metodi.

Komunikacija - Brojilo može komunicirati pomoću tri porta, koristeći DLMS Cosem protokol. Opcioni serijski portovi 1 i 2 su RS232 ili RS485. Optički port IEC 1107 dostupan je na prednjem panelu. Komunikacija može biti na dva serijska porta istovremeno.

OPTIČKI PORT - brojilo može da komunicira brzinom prenosa od 9600 boda (signala u sekundi) pomoću IEC 1107 optičke čitačke glave.

RS232/485 - brojilo sadrži dva RS232 porta sa maksimalnom brzinom prenosa od 19200 boda i može biti povezan sa adresibilnom mrežom. Spoljni telefon, LAN ili optički modemi mogu biti povezani sa ovim portovima i jedan od njih može napajati eksterni modem (100mA maksimalno).

Vremenske baze za sinhronizaciju - Vremenska baza može biti ili interni kristalni oscilator ili frekvencija napajanja. Datum i vreme programirani su preko komunikacionog linka. Precizna lokalna sinhronizacija može se dobiti korišćenjem časovnog ili dnevnog tika preko digitalnog ulaza.

Programiranje - Pristupni kodovi koriste se u cilju reprogramiranja brojila, a hardverska zaštita zabranjuje bilo koje reprogramiranje, bez obzira na pristup. Postoje tri načina za programiranje i/ili čitanje brojila : direktna RS232 veza, eksterni telefonski modem ili optički port. Ugrađen softver brojila može se nadograditi novijim verzijama čim postanu dostupne.

8. SLIDING WINDOW

Elektro Privreda Srbije (EPS) vrši obračun vršne snage na tradicionalan način. Ovakav tip obračuna podrazumeva računanje prosečne snage na vremenski unapred definisanim intervalima od 15 minuta, potom upoređivanje istih u potrazi za najvećom. Kod ove metode intervali se ne preklapaju, tj. svaki uzorak trenutne snage pripada samo jednom vremenskom intervalu.

Tzv. '*sliding window*' (u prevodu klizeći prozor) metoda ima za cilj kontinualnu analizu neke vrednosti u vremenu. Ona podrazumeva vremenski prozor koji 'klizi', tj. pomeranje unapred određenog intervala (na kome izračunavamo prosečnu vrednost), za određenu vrednost koja je dosta manja od širine prozora koji se pomera. Ova metoda je izabrana jer, iako je višestruko zahtevnija od tradicionalne metode, veoma detaljno i precizno analizira skup mernih uzoraka.

Upravo zbog toga što je vrednost za koju se vremenski prozor pomeri znatno manja od unapred zadate širine klizajućeg prozora, vremenski prozori u kojima posmatramo datu veličinu nisu diskretni, dakle, oni se preklapaju. Što je taj interval za koji se klizajući prozor pomeri manji, *sliding window* metoda je preciznija i na taj način dobijamo preciznije prosečne vrednosti u svakom vremenskom prozoru, a samim tim na kraju analize dobijamo precizniju vrednost.

Cilj ovakvog načina merenja je što tačniji pronalazak vremenskog intervala u kojem data veličina ispoljava tražene karakteristike, u konkretnom slučaju maksimalnu prosečnu vrednost na intervalu od 15 minuta.

Realizacija

'Tradicionalna' analiza realizuje se na sledeći način:

- iterativni prolazak kroz niz uzoraka
- računanje srednje vrednosti za svaki uzastopni skup od 900 uzoraka (vremenski interval od 15 minuta, uzorci razmaknuti 1s)
- smeštanje dobijenih prosečnih vrednosti u bazu podataka
- upoređivanje svih vrednosti u periodu od jednog meseca i biranje maksimalne

'*Sliding window*' analiza podrazumeva:

- iterativan prolazak kroz prvih 900 (1-900) uzoraka (prvi 'vremenski prozor')

- računanje prosečne vrednosti uzoraka, smeštanje te vrednosti u bazu podataka
- pomeranje 'vremenskog prozora' na taj način da se 1. uzorak izbacuje, a ubacuje sa zadnje strane 901. uzorak (drugi 'vremenski prozor')

- ponavljanje čitavog postupka za sve uzorke, zaključno sa poslednjih 900 uzoraka

- upoređivanje svih vrednosti u periodu od jednog meseca i biranje maksimalne

'*Sliding window*' metoda znatno je zahtevnija sa računskog stanovišta u odnosu na tradicionalnu metodu, zbog višestruko većeg broja operacija računanja srednje vrednosti. Razmera odnosa kompleksnosti ove dve metode direktno zavisi od veličine intervala ('prozora') u kome se posmatra srednja vrednost merne veličine i broja uzoraka koje obuhvata taj isti interval.

Softver 'Load management' nudi mogućnost reprogramiranja u cilju izračunavanja vršnog opterećenja metodom 'sliding window'. Ova metoda je tačnija i korektnija, ali daje manje manevara potrošaču i nije sinhronizovana sa očitavanjem vršnog opterećenja od strane EPS-a. Ona nije predviđena zakonom.

9. ZAKLJUČAK

Uzimajući u obzir da su cene električne energije u Srbiji drastično niže nego u razvijenijim evropskim, kao i zemljama u regionu, i da će naša zemlja uskoro početi da prati ovaj trend rasta cena, ušteda realizovana primenom ove metode može biti samo veća. Ovaj projekat dodatno će osigurati kompaniji da spremnije dočeka budućnost u kojoj će i u Srbiji svi industrijski potrošači raditi dnevnu predikciju potrošnje električne energije.

Što se tačnosti tiče, nema sumnje da je "*sliding window*" metoda superiornija u odnosu na tradicionalnu. I pored ove činjenice ona korisniku ne može da obezbedi uštedu u računu za utrošenu električnu energiju sve dok EPS ili neki drugi dobavljač električnom energijom ne pređe sa tradicionalne na ovakvu, savremeniju metodu merenja vršnog opterećenja.

10. LITERATURA

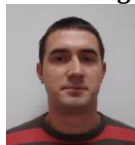
[1] SIEMENS, "Programming and Operating Manual SIMATIC PCS7 Powerrate"

[2] www.wbcsdcement.org

[3] ACTARIS, "SL7000Technical Guide"

[4] Arpad Hasnoš, „Predlog novog načina merenja vršne snage“, Diplomski rad, FTN Novi Sad, 2007. god

Kratka biografija:



Miloš Milojević rođen je u Čupriji 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacija odbranio je 2010. god. Od 2008. zaposlen u kompaniji Holcim Srbija, cementara Novi Popovac, kao procesni inženjer.



Vladimir Vujičić rođen je u Novom Sadu 1947. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1992. godine, gde od 2002. god. ima status redovnog profesora. Oblasni interesovanja su mu tehnike A/D konverzije i odgovarajuće tehnike brzog procesiranja na polju električnih merenja.

PROJEKTOVANJE SIMULACIJA I ISPITIVANJE PARAMETARA OPTIČKIH PRIJEMNIKA

DESIGN, SIMULATION AND TESTING PARAMETERS OF OPTICAL RECEIVERS

Sanja Janković, Nikola Stojanović, Miloš Slankamenac, Miloš Živanov,

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

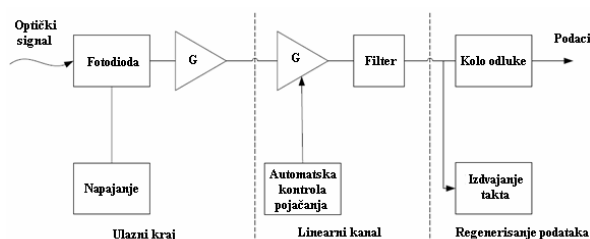
Kratak sadržaj – U radu su opisani optički prijemnici, tj. njihove karakteristike, kroz simulacije u OptiSystem-u. OptiSystem je inovativan programski alat za simulaciju optičkih sistema koji se može koristiti za projektovanje, testiranje i optimizaciju gotovo svih vrsta optičkih veza u fizičkom sloju bilo koje mreže u širokom spektru optičkih mreža. Posebna pažnja je posvećena izboru formata modulacije i izdvajanju parametra termičkog šuma za određenu osetljivost prijemnika.

Abstract – This paper describes the optical receivers, ie. their characteristics, through simulations in OptiSystem. OptiSystem is an innovative software tool for simulation of optical systems that can be used to design, test and optimize almost any type of optical links in the physical layer of any network in the broad spectrum of optical networks. Special attention was paid to the choice of modulation format and to the extracting the thermal noise parameter for a specific receiver sensitivity.

Ključne reči: Optički prijemnik, format modulacije, termički šum.

1. UVOD

Osnovna uloga optičkih prijemnika je da konvertuju optički signal u električni. Oni treba da imaju veliku osetljivost, brz odziv, malu cenu i veliku pouzdanost. Struktura prijemnika zavisi od tipa modulacije upotrebljene na predaji. Njegove komponente mogu biti podeljene u tri grupe, kao što je prikazano na Slici 1., i to: ulazno kolo, linearni kanal i regenerisanje podataka.



Slika 1. Dijagram digitalnog optičkog prijemnika koji prikazuje različite komponente

Ulazno kolo se sastoji od fotodiode i predpojačavača. Linearni kanal čine pojačavač i niskopropusni filter.

NAPOMENA:

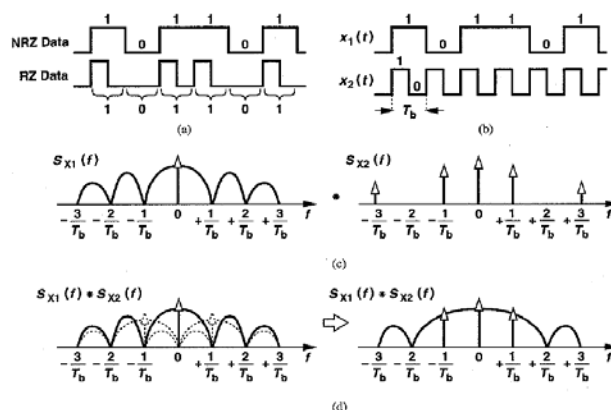
Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji je mentor dr Miloš Živanov, red.prof.

Ponekad se doda i ekvilajzer ispred pojačavača da bi se poboljšao propusni opseg ulaznog kola. Regenerisanje podataka optičkog prijemnika se sastoji od kola odluke i kola za izdvajanje takta. Sve komponente prijemnika, osim fotodiode, se mogu lako napraviti u integrisanoj tehnologiji.

2. FORMATI MODULACIJE

Prvi korak u kreiranju optičkog komunikacionog sistema je odlučiti kako električni signal treba da bude konvertovan u tok bitova. Postoje dva tipična izbora za modulaciju formata signala:

- Povratak na nulu (RZ)
- Nepovratak na nulu (NRZ)

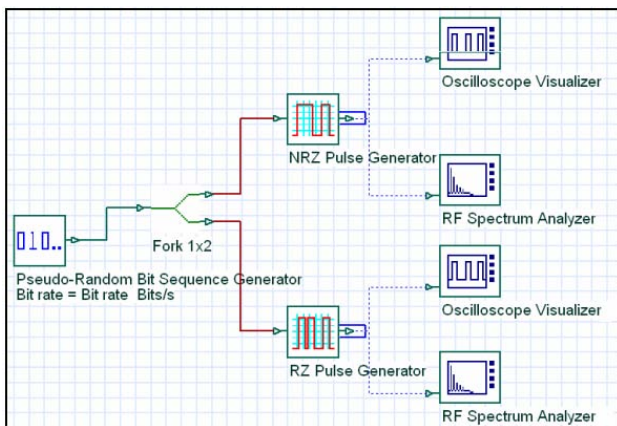


Slika 2. (a) NRZ i RZ formati podataka, (b) dekompozicija RZ podatka u dve sekvence, (c) spektri x_1 i x_2 , (d) spektar RZ podatka.

NRZ tip talasnog oblika je tako nazvan da bi se razlikovao od RZ tipa, u kojem se svaki bit sastoji od dve oblasti: prva oblast uzima vrednost koja predstavlja vrednost bita, a druga oblast je uvek jednaka logičkoj nuli (Slika 2.a). Drugim rečima, svaka dva simbola koja nose informaciju su odvojena sa suvišnim simbolom nule.

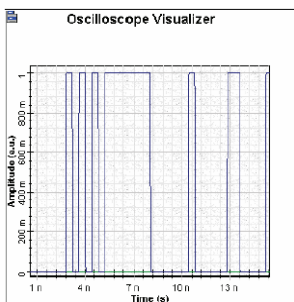
Za razliku od NRZ podatka, RZ talasni oblici izlažu spektralnu liniju na frekvenciji jednakoj vrednosti bita, time pojednostavljujući zadatak takta. Kao što je prikazano na Slici 2.(b), ova osobina je izvedena viđenjem RZ talasnog oblika kao proizvoda NRZ sekvence, $x_1(t)$, i periodičnog kvadratnog talasa, $x_2(t)$. Treba primetiti da $x_1(t)$ i $x_2(t)$ prebacuju između 0 i 1, izlažući impulse na dc spektru. Budući da spektar kvadratnog talasa sadrži impulse na

$1/T_b$, $3/T_b$, itd., spektar RZ signala, $S_{x1}(f)*S_{x2}(f)$, se pojavljuje kao što je prikazano na Slici 2.(d). Poređenje spektra na Slikama 2.(b) i 2.(c) otkriva manu RZ podataka: on zauzima oko duplo više propusnog opsega u odnosu na NRZ podatak. Primeri modulacije formata su prikazani na Slici 3. Da bi bili opisani formati modulacije, urađena je simulacija u *OptiSystem*-u. Elementi se dodaju tako što se po pronalazenju u biblioteci prevuku na radnu površinu. Simulacija je urađena tako što je signal sa PRBS generatora doveden na razdelnik signala. Sa njega se signal sa jedne strane vodi na NRZ impulsni generator, a sa druge strane na RZ impulsni generator. U oba slučaja vrednosti se mogu očitati na osciloskopu ili RF analizatoru spektra.

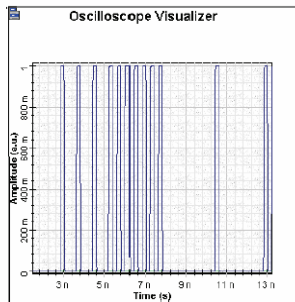


Slika 3. Formati modulacije

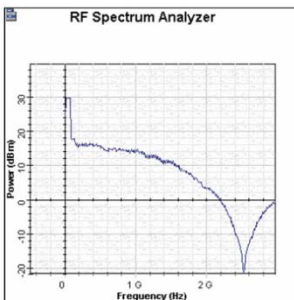
U RZ formatu, svaki impuls koji predstavlja bit 1 je kraći od mesta bita i njegova amplituda se vraća na nulu pre nego što je završeno trajanje bita (pogledati Sliku 5.).



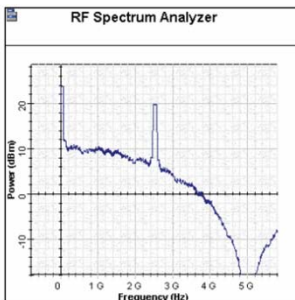
Slika 4. NRZ vreme



Slika 5. RZ vreme



Slika 6. NRZ-frekventna k-ka



Slika 7. RZ-frekventna k-ka

U NRZ formatu, impuls ostaje na dužini mesta bita i njegova amplituda ne pada na nulu između dva ili više uzastopnih bita 1 (pogledati Sliku 4.). Kao rezultat, širina

impulsa varira u zavisnosti od uzorka bita, a ostaje ista u slučaju RZ formata.

Prednost NRZ formata je da je propusni opseg povezan sa tokom bitova manji nego kod RZ formata oko faktora 2 , jer se on-off prelazi javljaju manje puta (pogledati Sliku 6. i Sliku 7.).

3. IZDVAJANJE PARAMETRA TERMIČKOG ŠUMA ZA ODREĐENU OSETLJIVOST PRIJEMNIKA

3.1. Termički šum

Termički šum proizvode fluktuacije ravnoteže električne struje unutar jednog električnog provodnika, što se događa bez obzira na primljeni napon, usled proizvoljnih pomeranja nosilaca naelektrisanja (obično elektrona). Naelektrisanja mogu biti ili vezana ili slobodna. Slobodna naelektrisanja proizvode kinetičku energiju.

Rezultat ove kinetičke energije jeste šum. Vezana naelektrisanja proizvode kinetičku energiju kada se menja pravac polarnosti. Termički šum se karakteriše kao aditivni beli gausovski šum (AWGN) čija se spektralna gustina šuma izražava u vatima po hercu:

$$N_0 = k_B T \quad (1)$$

gde je: k_B -Bolcmanova konstanta u Džulima po Kelvinu, a T je prijemni sistem temperature šuma u Kelvinima. Pošto se termički šum smatra " belim " šumom, ukupna jačina šuma N , zapažena u prijemniku sa širinom opsega B , iznosi:

$$N = BN_0 \quad (2)$$

Ovaj fenomen ograničava minimalni nivo signala koji odgovara svakom radio prijemniku, jer će tamo uvek biti prisutna mala, ali značajna količina termičkog šuma, koja nastaje u njegovim ulaznim kolima. Ovaj minimalni signal se može označiti kao " prag šuma ". Snaga i napon šuma se mogu dobiti pomoću sledećih relacija:

$$P_n = \frac{V^2}{R_t} = \frac{\left(\frac{V_n}{2}\right)^2}{R} = \frac{V_n^2}{4R} \quad (3)$$

$$V_n^2 = 4RP_n = 4Rk_B T \delta f \quad (4)$$

$$V_n = \sqrt{4Rk_B T \delta f} \quad (5)$$

$$P_n = k_B T \delta f \quad (6)$$

gde je:

k_B – Bolcmanova konstanta, $k_B=1,38 \times 10^{-23}$ J/K

T – apsolutna temperatura u Kelvinima, $K=273+^{\circ}C$

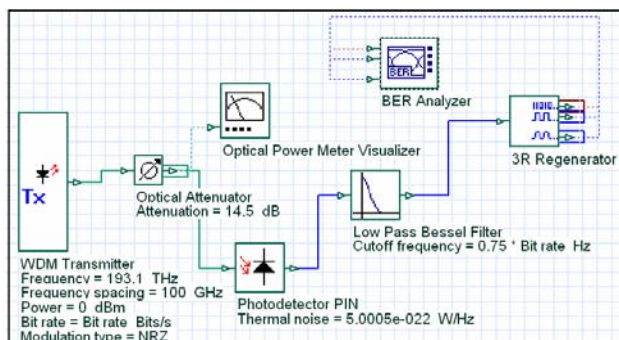
δf – širina opsega

P_n – maksimalna snaga šuma na otporniku .

Neki izvori šuma potiču direktno iz termodinamike i kvantifikuju prirodu električne baterije. Termički šum potiče iz činjenice da u otpornim materijalima prostorna distribucija elektrona fluktuiira u vremenu. U bilo kom trenutku, može biti više elektrona na levoj nego na desnoj strani. Pošto elektrostatički potencijal zavisi od prostorne distribucije, javlja se prapratna fluktuacija u potencijalu (naponu) merenja na otporniku. Tako, ako postavimo

savršen voltmetar na otpornik, videćemo da bi srednji potencijal mogao biti nula, ali bi mogao biti i iznad nule. U ovom primeru koristi se optimizacioni alat u kontekstu računanja parametara. Parametar termičkog šuma PIN-a će biti izdvojen da bi se dobila osetljivost prijemnika od -17 dBm. U cilju izdvajanja parametra termičkog šuma PIN-a odrađena je simulacija u *OptiSystem-u*. Šema je prikazana na Slici 8. Svetlosni signal iz WDM predajnika je poslat na optički prigušnik, odakle svetlosni signal odlazi na fotodetektor PIN. Zatim se filtrira kroz niskopropusni Bessel-ov filter i odatle se šalje na 3R regenerator. Za prikaz rezultata su korišćeni BER analizator i vizualizer optičke snage.

Odabrano je da snaga predajnika bude 0 dBm. Mera bita je 10 Gbps i prosečna primljena snaga je oko -17 dBm, kada je slabljenje 14,5 dB.



Slika 8. Projekat šeme za izdvajanje parametra termičkog šuma PIN-a

3.2. Podešavanje optimizacije

Da bi se podesila optimizacija, treba izvršiti proceduru koja je prikazana u Tabeli 1.:

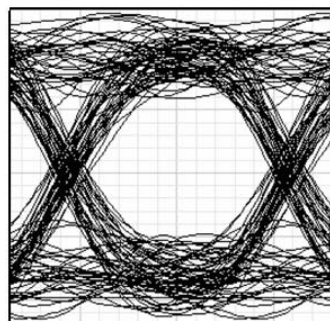
Tabela 1. Procedura za podešavanje optimizacije

Korak	Radnja
1	U optimizacionom prozoru, polju optimizaciono ime, ukucati osetljivost prijemnika
2	Odabrati vrstu optimizacije: postignuće cilja
3	Podesiti toleranciju rezultata na 0,6
4	Na parametarskoj kartici, odabrati parameter termičkog šuma: PIN iz liste parametara i dodati ga u selektovanu listu
5	Postaviti minimalne i maksimalne vrednosti na 1×10^{-25} , 1×10^{-21}
6	Na rezultujućoj kartici odabrati Max.Q faktor BER analizatora iz liste rezultata i dodati ga na selektovanu listu
7	Podesiti ciljane vrednosti na 6
8	Zatvoriti optimizacioni prozor
9	Pokrenuti optimizaciju

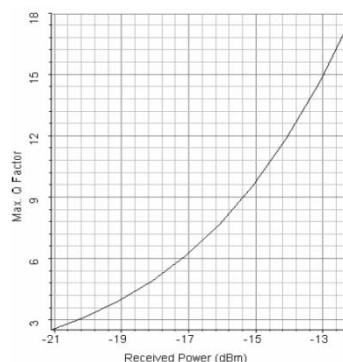
Nakon otprilike tri prolaza, optimizator će pronaći parametar termičkog šuma da dobije Q faktor 6 kada je prosečna primljena snaga -17dBm. Pronađeno je da je pogodan termički šum vrednosti 5×10^{-22} W/Hz. U ovom

slučaju, na slici 9. je prikazan dijagram oka. Slika 10. prikazuje Max.Q faktor, očekivan za primljenu snagu. Slika je dobijena čišćenjem snage predajnika sa -3dBm na 4dBm.

Dijagram oka je opšti alat za vizualizovanje neidealnosti u slučajnim podacima. Takav dijagram preklapa sve bite u kratki interval, npr., širinu dva bita, time prikazujući gomilanje iskrivljenih ivica i nivoa.



Slika 9. Dijagram oka

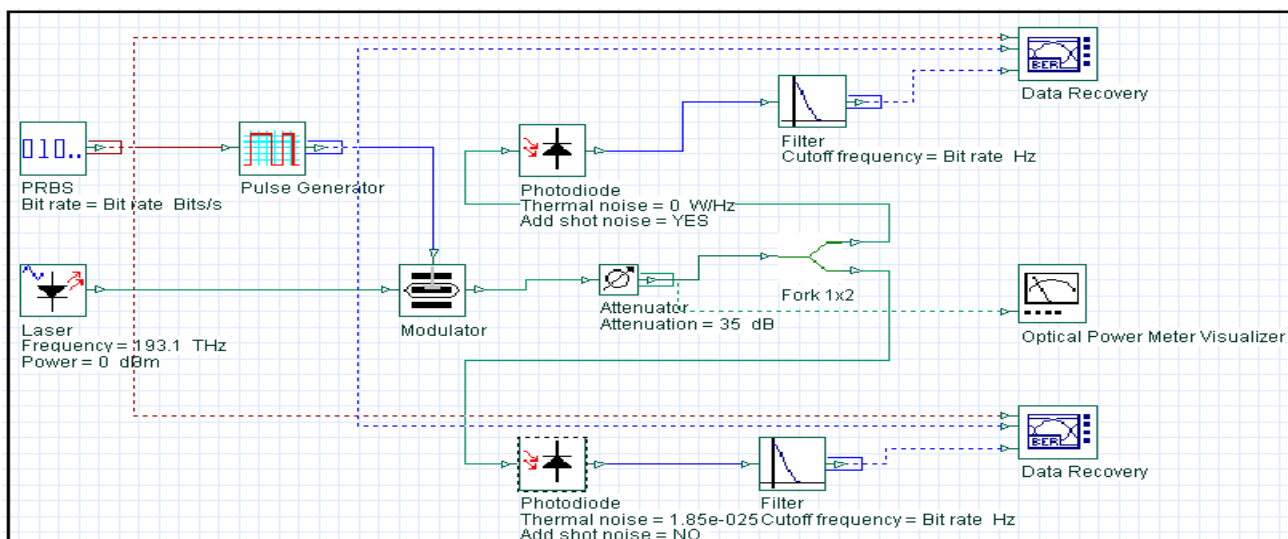


Slika 10. Max.Q faktor u zavisnosti od primljene snage

4. ŠUM PRIJEMNIKA – PIN

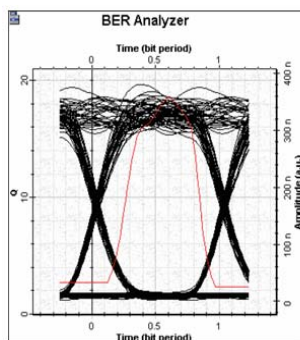
Optički prijemnici konvertuju upadnu optičku snagu P_{in} u električnu struju kroz fotodiodu. Relacija $I_p = R P_{in}$ pretpostavlja da je ovakva konverzija oslobođena šuma. Kako god, ovo nije slučaj čak ni za savršeni prijemnik. Dva osnovna mehanizma šuma, šum sačme i termički šum, dovode do fluktuacija u struji čak i kada je upadna optička snaga konstantna. Relacija $I_p = R P_{in}$ i dalje važi ako I_p protumačimo kao prosečnu struju. Električni šum indukovani fluktuacijama struje utiče na performanse prijemnika.

Da bismo predstavili šum sačme i termički šum u fotodetektoru odrađili smo simulaciju u *OptiSystem-u*. U tu svrhu, potrebni su nam sledeći elementi, koji su povezani kao na Slici 11.: PRBS generator, impulsni generator, laser, modulator, prigušnik, fotodioda, filter i razdelnik signala. Za prikaz rezultata iskoristili smo vizualizer optičke snage i kolo za povratak podataka. Podesili smo da frekvencija lasera bude 193,1 THz, a njegova snaga 0 dBm. Prigušenje je 35 dB. Fotodioda u jednom slučaju ima termički šum od 0 W/Hz i prisutan je šum sačme, dok je u drugom slučaju termički šum $1,85 \times 10^{-25}$ i ne postoji šum sačme. Niskopropusni filter ima prekid frekvencije sa istom vrednošću kao brzina prenosa.

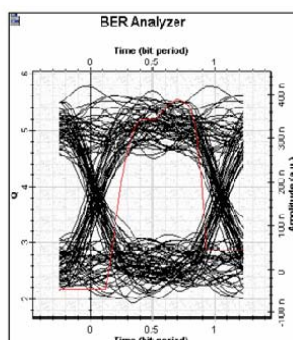


Slika 11. Šum sačme i termički šum u prijemniku

Gornji sistem ima fotodetektor bez termičkog šuma; jedini šum generisan na izlazu je šum sačme. Na Slici 12. može se videti da je šum sačme signal zavistan od amplitude. Donji sistem ima fotodetektor sa šumom sačme; jedini šum generisan na izlazu je termički šum. Na Slici 13., može se videti da je termički šum signal koji je nezavisan od amplitude.



Slika 12. Šum sačme



Slika 13. Termički šum

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu analiziran je i simuliran rad optičkih prijemnika. Izvedene relacije i prikazani rezultati pomogli su razumevanju problematike uticaja formata podataka i šuma na kvalitet prenosa u optičkim mrežama. Dobijeni rezultati simulacije ukazuju na bitne uticaje u regeneraciji podataka u prijemnicima. Dalji rad u ovoj oblasti bi mogao biti na simulacijama nekih drugih osobina optičkih prijemnika, kao što je npr. osetljivost.

6. LITERATURA

[1] S. B. Alexander, "Optical Communication Receiver Design", Vol. TT22, SPIE Press, Bellingham, WA, 1995.

[2] OptiWave, OptiSystem,

http://www.optiwave.com/pdf/brochure/OptiSystem_2009.pdf

[3] N. H. Robinson, "Noise and Fluctuations in Electronic Devices and Circuits", Oxford University Press, Oxford, 1974.

Kratka biografija:



Sanja Janković rođena je u Beogradu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektro-teh-nike i računarstva – Mikroračunarska elektronika odbranila je 2010. godine.



Nikola Stojanović rođen je u Odžacima 1980. god. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2007. god., a od 2008. god je u zvanju stručnog saradnika na FTN. Oblast interesovanja mu je optoelektronika.



Miloš Slankamenac rođen je u Novom Sadu 1977. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2010. god., a od 2005. god je u zvanju asistenta na FTN. Oblast interesovanja mu je elektronika i optoelektronika.



Miloš Živanov rođen je 1948. godine u Novom Sadu. Doktorirao je na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu 1992. god., a od 2004. god je u zvanju redovnog profesora na FTN. Oblast interesovanja mu je elektronika i optoelektronika.

PREGLED METODA ZA PROCENU SPEKTRA

REVIEW OF METHODS FOR SPECTRUM ESTIMATION

Mirjana Škorić, Milan Sečujski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu dat je prikaz neparametarskih i parametarskih metoda za procenu spektra. Na primerima veštački generisanih signala i govornog signala ilustrovane su prednosti i mane pojedinih metoda. Korišćen je programski paket Matlab.

Abstract – This paper presents an overview of parametric and nonparametric spectrum estimation methods. Advantages and disadvantages of different methods are illustrated on both artificially generated signals and speech signal. For this purpose, Matlab software package was used.

Ključne reči: Procena spektra, Neparametarske metode, Parametarske metode.

1. UVOD

Ovaj rad se bavi različitim metodama za procenu gustine spektra snage signala. Signali predstavljaju slučajne procese pa se spektar snage ne može tačno odrediti i zbog toga se vrši samo njegova procena. Spektar signala prikazuje osobine signala u frekvencijskom domenu koje se ne mogu prikazati u vremenskom, i zbog toga je od velikog značaja. Metode za procenu gustine spektra snage se dele na parametarske i neparametarske. Neparametarske metode se zasnivaju na izračunavanju Furijeove transformacije, dok se kod parametarskih koristi pretpostavka da je signal izlaz iz sistema čija je prenosna karakteristika količnik dva polinoma kad se na njegov ulaz dovede beli Gausov šum nulte srednje vrednosti.

2. NEPARAMETARSKIE METODE

2.1. Periodogram

Gustina spektra snage u širem smislu stacionarnog slučajnog procesa je Furijeova transformacija autokorelacije:

$$P_x(e^{j\omega}) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} r_x(k) e^{-j\omega k} \quad (1)$$

Ukoliko se signal koji se posmatra ograniči na konačan broj tačaka, $n = 0, 1, \dots, N-1$, tada je potrebno i sumu u izrazu za autokorelaciju ograničiti, odnosno:

$$\hat{r}_x(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n+k) x^*(n) \quad (2)$$

Ako se izračuna Furijeova transformacija signala $\hat{r}_x(k)$, dobija se procena gustine spektra snage koja se naziva periodogram, i koja je data izrazom:

$$\hat{P}_p(e^{j\omega}) = \sum_{k=-N+1}^{N-1} \hat{r}_x(k) e^{-j\omega k} \quad (3)$$

Sa aspekta računске i memorijske složenosti, periodogram je jednostavan za procenu, zbog postojanja brzih algoritama za izračunavanje diskretne Furijeove transformacije.

Da bi procena bila dosledna potrebno je zadovoljiti dva uslova:

1. Procena treba biti asimptotski nepristrasna:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} E\{\hat{P}_p(e^{j\omega})\} = P_x(e^{j\omega}) \quad (4)$$

2. Varijansa procene treba biti jednaka nuli kako N , teži beskonačnosti:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \text{var}\{\hat{P}_p(e^{j\omega})\} = 0 \quad (5)$$

Periodogram jeste asimptotski nepristrasan, ali varijansa periodograma ima vrednost različitu od nule kada N teži beskonačnosti, pa periodogram predstavlja nedoslednu procenu spektra.

Umesto primene pravougaone prozorske funkcije nad signalom $x(n)$, moguće je koristiti i druge prozorske funkcije. Periodogram kod koga je signal pomnožen proizvoljnom prozorskom funkcijom $w(n)$, naziva se modifikovani periodogram i dat je izrazom:

$$\hat{P}_M(e^{j\omega}) = \frac{1}{NU} \left| \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) w(n) e^{-jn\omega} \right|^2 \quad (6)$$

gde je N dužina prozorske funkcije, a U konstanta, koja je definisana tako da modifikovan periodogram bude asimptotski nepristrasna procena gustine spektra snage.

2.2 Bartletov metod – usrednjavanje periodograma

Bartletov metod je zasnovan na usrednjavanju periodograma, i za razliku od periodogram daje doslednu procenu gustine spektra snage.

Bartlet je predložio da se signal $x(n)$ podeli na K segmenata (sekvenci) dužine M , pri čemu važi da je $N=MK$, odnosno ne postoji preklapanje između segmenata.

$$x_i(n) = x(n + iM) \quad i = 0, 1, \dots, K-1 \\ n = 0, 1, \dots, M-1 \quad (7)$$

gde je sa $x_i(n)$ označen i -ti segment.

Periodogram se računa za svaki segment, zatim se vrši usrednjavanje periodograma, čime se dobija gustina spektra snage Bartletove procene:

$$\hat{P}_B(e^{j\omega}) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{K-1} \left| \sum_{n=0}^{M-1} x(n + iM) e^{-jn\omega} \right|^2 \quad (8)$$

Kako N teži beskonačnosti, tako spektar Bartletove prozorske funkcije teži delta impulsu, pa Bartletova

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Milan Sečujski, docent

procena predstavlja asimptotski nepristrasnu procenu gustine spektra snage.

Ako K i M teže beskonačnosti, kako N teži beskonačnosti (što znači da se i broj segmenata i širine segmenata povećavaju sa porastom N), $\hat{P}_b(e^{j\omega})$ će biti dosledna procena gustine spektra snage.

Za datu vrednost N , Bartletov metod omogućava smanjenje varijanse na račun spektralne rezolucije variranjem parametara K i M .

2.3. Velčov metod – usrednjavanje modifikovanih periodograma

Jedna od prednosti Velčovog metoda u odnosu na Bartletov metod jeste dodatno smanjenje varijanse procene gustine spektra snage, ali na račun smanjenja spektralne rezolucije.

Prva razlika u odnosu na Bartletov metod je to što je dozvoljeno da se segmenti preklapaju. Kao i u prethodnom slučaju sa velikom M je označena dužina segmenta, dok je sa L označen broj segmenata, a sa D interval između susednih segmenata.

Ukoliko je $D = M$, segmenti se ne preklapaju, pa je broj segmenata isti kao kod Bartletovog metoda odnosno $L = K$. Ako su segmenti preklapljeni polovinom svoje dužine, odnosno ako je $D = M/2$, tada je broj segmenata duplo veći nego kod Bartletovog metoda odnosno važi $L = 2K$. Preklapanjem segmenata se bez skraćivanja dužine segmenta povećava broj segmenata.

Druga razlika u odnosu na Bartletov metod sastoji se u uvođenju prozorske funkcije pri izračunavanju periodograma. Tako se dobija modifikovani periodogram i -tog segmenta.

$$\tilde{P}_V^{(i)}(e^{j\omega}) = \frac{1}{MU} \left| \sum_{n=0}^{M-1} x_i(n) w(n) e^{-j\omega n} \right|^2 \quad (9)$$

Procena gustine spektra snage Velčovim metodom je definisana kao srednja vrednost modifikovanih periodograma, odnosno:

$$\hat{P}_V(e^{j\omega}) = \frac{1}{L} \sum_{i=0}^{L-1} \tilde{P}_V^{(i)}(e^{j\omega}) \quad (10)$$

Varijanasa procene gustine spektra snage pomoću Velčovog metoda je $16/9$ puta manja nego u slučaju Bartletovog metoda. Za izračunavanje procene gustine spektra snage može se koristiti bilo koja prozorska funkcija što će dati drugačiji rezultat za varijansu procene. Preklapanje segmenata ne mora biti 50%, ali i to menja karakteristiku procene.

Važno pitanje pri izboru metoda procene gustine spektra snage su njihove osobine. Ukoliko se izvrši poređenje prethodno opisanih neparametarskih metoda, jasno je da se mora tražiti kompromis između varijanse procene i rezolucije. U tabeli 1 dat je rezime karakteristika opisanih neparametarskih metoda u smislu dva kriterijuma. Prvi kriterijum je varijabilnost procene, što predstavlja normalizovanu varijansu definisanu sa:

$$\nu = \frac{\text{var}\{\hat{P}_x(e^{j\omega})\}}{E^2\{\hat{P}_x(e^{j\omega})\}} \quad (11)$$

a, drugi je mera ukupnog učinka koja je definisana kao proizvod varijabilnosti (ν) i 3 dB rezolucije ($\Delta\omega$), odnosno:

$$\eta = \nu \Delta\omega \quad (12)$$

Potrebno je da vrednost η bude što je moguće manja. Za sve neparametarske metode koje su prethodno razmatrane vrednost η je približno jednaka.

Metode procene spektra	ν	$\Delta\omega$	η
Periodogram	1	$0.89 \frac{2\pi}{N}$	$0.89 \frac{2\pi}{N}$
Bartletov metod	$\frac{1}{K}$	$0.89 \frac{2K\pi}{N}$	$0.89 \frac{2\pi}{N}$
Velčov metod	$\frac{9}{16} \frac{L}{N}$	$1.28 \frac{2\pi}{N}$	$0.72 \frac{2\pi}{N}$

Tabela 1. Pregled najvažnijih karakteristika analiziranih metoda

3. PARAMETARSKE METODE

Kod parametarskih metoda polazi se od pretpostavke da se signal $x(n)$ predstavlja odziv sistema na pobudu $s(n)$ koja je po svojoj prirodi beli šum nulte srednje vrednosti i snage σ_s^2 , odnosno:

$$x(n) = -\sum_{k=1}^p a_k x(n-k) + \sum_{k=0}^q b_k s(n-k) \quad (13)$$

Na osnovu relacije ulaz izlaz se vidi da se prenosna karakteristika sistema može predstaviti kao količnik dva polinoma odnosno:

$$H(z) = \frac{\sum_{k=0}^q b_k z^{-k}}{1 + \sum_{k=1}^p a_k z^{-k}} \quad (14)$$

Poznato je da važi:

$$P_x(e^{j\omega}) = |H(e^{j\omega})|^2 \sigma_s^2 \quad (15)$$

gde su $P_x(e^{j\omega})$ i σ_s^2 gustine spektra snage signal $x(n)$ i belog šuma $s(n)$ respektivno, a $H(e^{j\omega})$ frekvencijska karakteristika sistema.

Na osnovu gornjeg izraza vidi se da je oblik gustine spektra snage signala $x(n)$ u potpunosti određen frekvencijskom karakteristikom sistema $H(e^{j\omega})$ odnosno koeficijentima $a_1, \dots, a_p, b_1, \dots, b_q$ i snagom signala na ulazu σ_s^2 :

$$P_x(e^{j\omega}) = \frac{\left| \sum_{k=0}^q b_k e^{-j\omega k} \right|^2}{\left| 1 + \sum_{k=1}^p a_k e^{-j\omega k} \right|^2} \sigma_s^2 \quad (16)$$

Procena spektra, modelovanjem signala sastoji se iz dva koraka. Prvo je potrebno na osnovu posmatrane sekvence izvršiti procenu parametara a_k i b_k , a nakon toga se na osnovu jednačine (16) dobija procena gustine spektra snage.

U zavisnosti od oblika prenosne karakteristike razlikuju se sledeći procesi:

1. ARMA proces (*Auto-Regressive Moving Average*) - ukoliko se pri modelovanju koristi funkcija prenosa $H(z)$ koja ima i nule i polove
2. AR proces (*Auto-Regressive*) - ukoliko se pri modelovanju koristi funkcija prenosa $H(z)$ koja ima samo polove

3. MA proces (*Moving Average*) - ukoliko se pri modelovanju koristi funkcija prenosa $H(z)$ koja ima samo nule Najbolje rezultate daje ARMA model, ali se zbog svoje složenosti jako retko koristi. Najčešće korišćen je AR model, dok se MA model veoma retko koristi.

3.2. Autoregresivni model

U autoregresivnom (AR) modelu polazi se od pretpostavke da se trenutna vrednost signala $x(n)$ može predstaviti kao linearna kombinacija m prethodnih vrednosti signala odnosno:

$$\hat{x}(n) = -\sum_{k=1}^m a_k x(n-k) \quad (17)$$

$\hat{x}(n)$ je prediktovana vrednost, dobijena na osnovu prethodnih vrednosti signala.

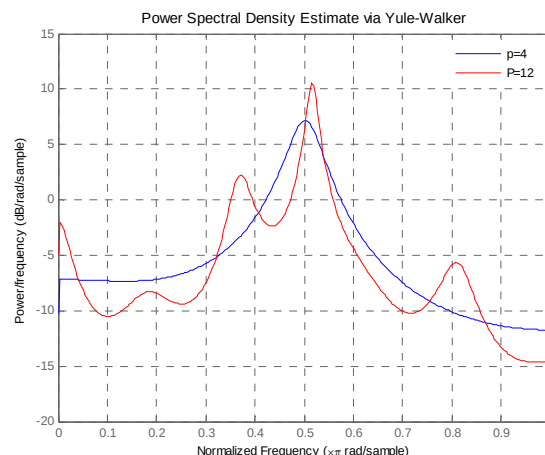
Greška predikcije se definiše kao razlika stvarne i prediktovane vrednosti:

$$e_m(n) = x(n) + \sum_{k=1}^m a_k x(n-k) \quad (18)$$

Parametri AR modela se dobijaju rešavanjem sistema Jul-Vokrovim jednačina. Cilj je izabrati parametre predikcije koji minimizuju vrednost greške predikcije, odnosno, $e_m(n)$ treba da bude što je moguće manje. U zavisnosti od načina izbora intervala minimizacije srednje kvadratne greške, razlikujemo dve metode linearne predikcije 1)

autokorelacionu i 2) kovarijantnu metodu. Glavne karakteristike ovih metoda date su u tabeli 2.

Jedan od nedostataka autokorelacione metode jeste cepanje frekvencija što je prikazano na slici 1. Cepanje frekvencija predstavlja pojavu da se ukoliko je red modela prevelik, umesto jedne komponente pojave dve komponente na različitim učestanostima. Iako se očekuje samo jedan lokalni maksimum na učestanosti $\omega = \pi/2$, u slučaju kada je red modela $p=12$ umesto jednog dobijaju se dva lokalna maksimuma.



Slika 1. Prikaz cepanja frekvencija kada je red preveliki

Metoda Kriterijum	Autokorelaciona (Algoritam Darbina)	Kovarijantna (Čoleskijeva dekompozicija)
Dužina segmenta	N_1	$N_2 < N_1$
Stabilnost	Teorijski zagarantovana. U praksi nestabilnost nastaje zbog računanja sa konačnom dužinom reči	Nije zagarantovana stabilnost
Primena prozora	Nužna	Ne mora
Red modela	Ne zavisi od metode već od cilja analize. Kod sistema za analizu/sintezu govora taj broj se kreće između 8 i 12. Informativnost parametara predikcije opada sa porastom njihovog indeksa	
Računska složenost	Manja	Veća
Procena parametara za iste uslove analize	Lošija	Bolja, naročito na kraćim segmentima analize. Na dužim intervalima analize rezultati su približno jednaki

Tabela 2. Pregled najvažnijih karakteristika autokorelacione i kovarijantne metode

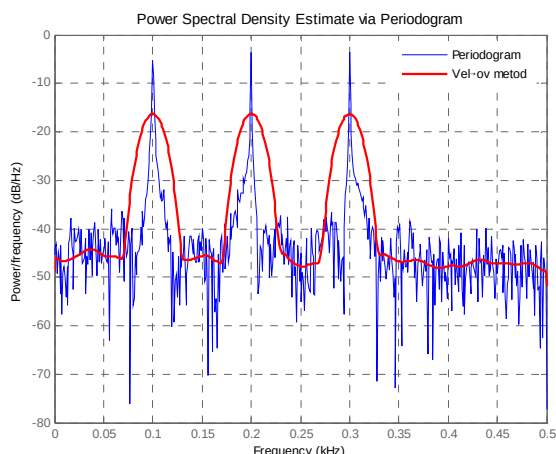
4. POREĐENJE METODA ZA PROCENU SPEKTRA

Za analizu signala u ovom radu korišćene su gotove funkcije programskog paketa Matlab. Na slici 2 prikazana je spektralna gustina snage signala koji predstavlja zbir 3 sinusoide dobijena, periodogramom i Velčovom metodom, a na slici 3 dobijena autokorelacionom metodom sa redom složenosti 2 i 6. Jasno se uočava da se Velčovom metodom dobija lošija rezolucija što je posledica korišćenja modifikovanih periodograma, odnosno u ovom slučaju Hemingove prozorske funkcije. Kod periodograma korišćena je pravougaona prozorska funkcija, koja za razliku od Hemingove ima znatno uži glavni list što uzrokuje i znatno boljom rezolucijom. Zbog visokih bočnih listova pravougaone prozorske funkcije, u odnosu na Hemingovu, kod periodograma dolazi do curenja spektra što se takođe uočava na slici. (objašnjenje se odnosi i na sliku 4 gde je za ulazni signal korišćen

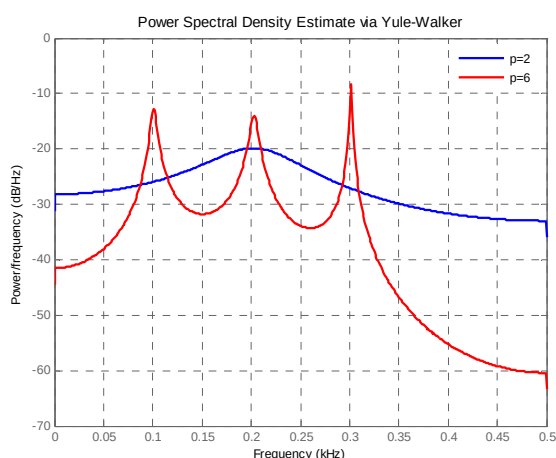
govorni signal, odnosno samoglasnik *a*). Za slučaj kada je red suviše mali dobija se loša procena, jer se očekuju tri pika a dobijen je jedan. Komponente na učestanosti 100 Hz i 300Hz se uopšte ne vide.

Na slici 5 prikazana je analiza govornog signala, tj. samoglasnika *a*. Lokalni maksimumi koji se dobijaju kada je red 16 se nazivaju formanti. Odgovaraju rezonantnim učestanostima vokalnog trakta. Na osnovu položaja prva dva (najniža dva) formanta se može izvršiti distinkcija između vokala srpskog jezika. Za veći red modela javlja se i veći broj pikova koji se sad poklapa sa mestima gde se nalaze i harmonici odnosno model uključuje pored modela vokalnog trakta i model glotisa.

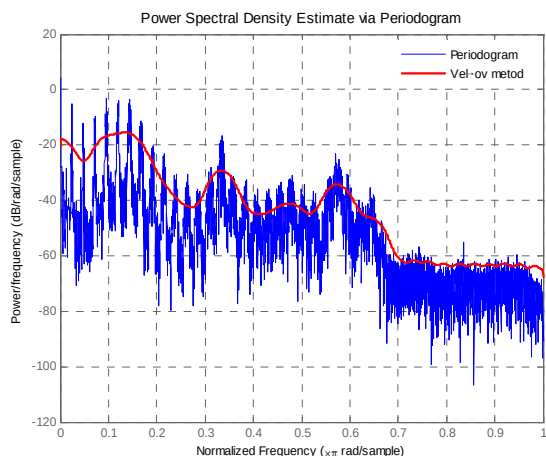
Rezultati dobijeni kovarijantnom metodom isti su kao i rezultati dobijeni autokorelacionom metodom, pa nije data njihova ilustracija. Razlog zbog koga su dobijeni isti rezultati je dovoljno dugačak signal koji se posmatra.



Slika 2. Prikaz gustine spektra snage zbira 3 sinusoide i šuma periodogramom i Velčovom metodom



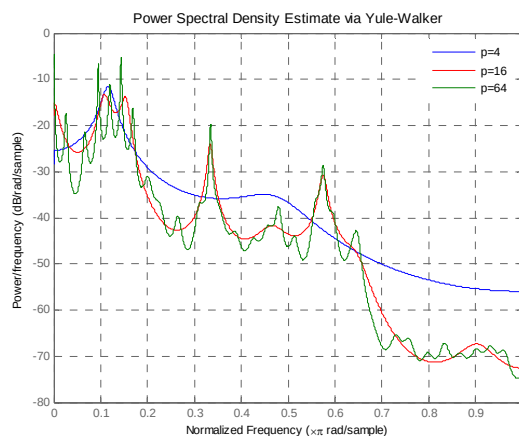
Slika 3. Prikaz gustine spektra snage Prikaz gustine spektra snage zbira 3 sinusoide i šuma autokorelacionom metodom za različite vrednosti reda modela



Slika 4. Prikaz gustine spektra snage samoglasnika "a" periodogramom i Velčovom metodomu

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize signala može se zaključiti da ne postoji idealna metoda za procenu spektra. Važno pitanje pri izboru metoda procene gustine spektra snage su njihove osobine.



Slika 5. Prikaz gustine spektra snage samoglasnika "a" autokorelacionom metodom za različitu vrednost reda

Kod neparametarskih metoda mora se tražiti kompromis između varijanse procene i rezolucije. Kada se koriste modifikovani periodogrami za procenu važno je obratiti pažnju na tip prozorske funkcije, da bi se sprečilo curenje spektra. Kada su u pitanju parametarske metode veliki problem predstavlja izbor odgovarajućeg reda modela, pošto se u slučaju malog reda gube informacije o pojedinim komponentama koje postoje u spektru, dok u slučaju velikog reda može doći do cepanja učestanosti, odnosno generisanja novih. Pošto su u ovom radu analizirani standardni signali nisu obuhvaćene novije metode za procenu gustine spektra snage kao što su analiza na osnovu karakterističnih vrednosti (eigenvector), klasifikacija na osnovu više signala (MUSIC) i dr.

6. LITERATURA

- [1] B. Kovačević, M. Milosavljević, M. Veinović, M. Marković, "Robusna digitalna obrada govornog signala", Beograd, 2000.
- [2] M. V. Popović, "Digitalna obrada signala", Beograd, 2003.
- [3] Lj. Milić, M. Dobrosavljević, "Uvod u digitanu obradu signala", Beograd
- [4] E. C. Ifeachor, B. W. Jervis, "Digital signal processing a practical approach", England, Harlow, 2002.
- [5] P. Stoica, R. Moses, "Spectral analysis of signals", Person Education Inc, New Jersey

Kratka biografija:



Mirjana Škorić rođena je u Vršcu 1981. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Digitalna obrada signala odbranila je 2010.



Milan Sečujski rođen je u Novom Sadu 1975. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2009. god., a od 2010 je zvanju docent. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

ALGORITMI ZA FORMIRANJE DIJAGRAMA ZRAČENJA KOD ADAPTIVNIH ANTENA

ADAPTIVE ANTENNA BEAM-FORMING ALGORITHMS

Marko Tomićević, Željen Trpovski, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisani su antenski sistemi sa promenljivim dijagramom zračenja kontrolisanim od strane odgovarajućeg adaptivnog algoritma i objašnjen je koncept adaptivnog formiranja dijagrama zračenja. Pored toga, objašnjene su neke od kriterijumskih funkcija, metode za njihovu optimizaciju i objašnjena su dva adaptivna algoritma, LMS i RLS algoritam. U programskom okruženju MATLAB, praktično su realizovani LMS i RLS algoritmi i izvršena je njihova uporedna analiza.

Abstract – This paper describes antenna systems with changeable radiation pattern controlled with adaptive algorithm. The concept of adaptive beamforming is considered as well. A few criterion functions are described together with two optimization methods and two adaptive algorithms, LMS and RLS algorithm. LMS and RLS algorithms are realised in computing environment MATLAB. Comparative analysis of the results is presented.

Ključne reči – MSE, Njutnova metoda, metoda najbržeg spusta, LMS, RLS.

1. UVOD

Povećanje broja korisnika bežičnih tehnologija uz sve veće zahteve korisnika za većom količinom podataka, dovodi do povećanja zauzetosti postojećih raspoloživih frekvencijskih spektara.

Rast broja korisnika koji komuniciraju bežičnim putem dovodi do porasta i međusobne interferencije signala koji se prostiru kroz slobodni prostor. Slobodni prostor, kao medijum za prenos elektromagnetskih talasa, jeste sredina čije su karakteristike promenljive u vremenu, što je isto tako vrlo bitan dodatni problem koji se javlja prilikom prenosa. U cilju rešavanja navedenih problema, kao jedno od rešenja nameće se poboljšanje antena i antenskih sistema.

2. ANTENSKI SISTEMI

Kombinacijom više antena, određenih geometrijskih odnosa i sa zadatom raspodelom struje napajanja mogu se formirati raznovrsni dijagrami zračenja.

NAPOMENA:

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

Prilikom projektovanja bilo kakvog antenskog sistema, što je veći broj promenljivih parametara, to su i mogućnosti sinteze različitih dijagrama zračenja veće. Pored promenljivosti struje napajanja elemenata antenskog niza, posmatra se i rastojanje pojedinih elemenata. Međusobni položaj elemenata može biti raznolik. Ukoliko je neuniforman, takvi sistemi su u opštem slučaju teški za analizu. Efekat nejednakog rastojanja, ako je potrebno, može se postići pogodnim izborom struja napajanja elemenata sistema.

Antenski sistemi se uglavnom realizuju od istih ili sličnih elemenata, jednako orijentisanih i na istom rastojanju. Takvi antenski sistemi nose naziv linearni ekvidistantni antenski nizovi. Na primeru ovakvih nizova, može se pokazati da dijagram zračenja čitavog niza $G(\theta, \varphi)$ zavisi od dijagrama zračenja jednog elementa niza $F(\theta, \varphi)$ i faktora, koji nosi naziv "faktor niza".

$$G(\theta, \varphi) = f(\theta, \varphi) F(\theta, \varphi) \quad (1)$$

"Faktor niza" $f(\theta, \varphi)$ predstavlja fazni pomeraj polja susednih elemenata niza u nekoj udaljenoj tački u prostoru i u sebi objedinjuje fazno kašnjenje struje i fazni pomeraj koji se javlja kao posledica prostornog rasporeda elemenata niza.

Postoji nekoliko geometrijskih oblika antenskih sistema koji su od najvećeg interesa i koji se najčešće sreću u praksi. To su: linearni antenski nizovi, cirkularni antenski nizovi, planarni(ravni) antenski nizovi i konformni antenski nizovi. Jedini uslov o kome treba voditi računa, kada je u pitanju geometrija antenskih sistema, jeste rastojanje između antenskih elemenata.

Rastojanje treba da bude dovoljno malo kako ne bi bilo varijacija amplituda struja antenskih elemenata. Ovaj problem se danas može rešiti i ukoliko sistem poseduje sofisticirani softver za kalibraciju.

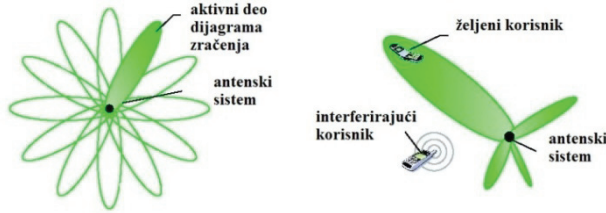
Antene se prema načinu formiranja dijagrama zračenja mogu podeliti u dve grupe: antene kod kojih se po projektovanju, dijagram zračenja ne menja i one kod kojih je dijagram zračenja promenljiv tj. adaptivne antene.

Adaptivne antene mogu se podeliti u dve grupe.

Jednu čine one kod kojih postoji nekoliko unapred predefinisanih dijagrama zračenja. Ovi dijagrami se nalaze pod kontrolom odgovarajuće logike i smenjuju u nekom vremeskom trenutku u zavisnosti od potreba sistema, izgled ovakvog antenskog sistema prikazan je na slici 1 (levo).

Drugu grupu čine one adaptivne antene kod kojih dijagram zračenja nije unapred predefinisani već se u realnom vremenu, uz kontrolu odgovarajuće logike, usmerava u pravcu od interesa, vršeći istovremeno smanjenje uticaja

interferencije. Ovakav antenski sistem prikazan je na slici 1 (desno).

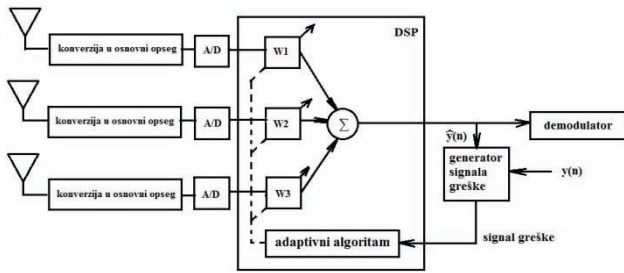


Slika 1. (levo) antenski sistem sa unapred predefinisanim dijagramima zračenja; (desno) potpuno adaptivni antenski sistem

3. KONCEPT ADAPTIVNOG FORMIRANJA DIJAGRAMA ZRAČENJA

Na slici 2. prikazan je koncept antenskog niza za adaptivno formiranje dijagrama zračenja. Na izlazu svake od antena antenskog niza, signal se prevodi u osnovni opseg i dovodi na ulaz A/D konvertora. Ovako digitalizovani signal nosi u sebi informacije o faznom kašnjenju i amplitudi struje svakog od elemenata antenskog niza.

Procesor za obradu digitalnih podataka prihvata ovaj signal i u skladu sa kriterijumskom funkcijom, po nekom određenom algoritmu, vrši promenu koeficijenata filtra i na taj način prilagođava dijagram zračenja antenskog niza.



Slika 2. Struktura adaptivnog antenskog sistema sa tri elementa: $y(n)$ predstavlja referentni signal prema kome se vrši estimacija parametara.

Realizacija antenskog niza ekvivalentna je transversalnoj realizaciji FIR filtara. Broj elemenata antenskog niza odgovara redu filtra, pa se problem određivanja faze i amplitude stuje svakog od elemenata antenskog niza svodi zapravo na određivanje koeficijenata FIR filtra. Postupak adaptivnog formiranja dijagrama zračenja antenskog sistema svodi se na estimaciju parametara digitalnog FIR filtra.

U osnovi, cilj je optimizacija dijagrama zračenja, tj. koeficijenata FIR filtra, prema nekom zadatom kriterijumu, tako da signal na izlazu $y(n)$ sadrži minimalan uticaj šuma i interferencije. Treba minimizovati signal greške.

4. KRITERIJUMSKA FUNKCIJA

Postoje brojni kriterijumi za estimaciju optimalnih koeficijenata. Neki od njih su: minimizacija srednje kvadratne greške MSE (Mean Square Error), minimizacija odnosa signala i interferencije SIR (Signal to Interference Ratio), minimizacija varijanse itd.

Može se pokazati da su kriterijumske funkcije koje predstavljaju matematičku formu prethodno navedenih estima-

cionih kriterijuma vrlo slične [1]. Optimalni koeficijenti dobijeni različitim kriterijumima su svi zapravo dati Wiener-ovim rešenjem, što demonstrira fundamentalnu važnost Wiener-Hopf jednačine [2,3]. Prethodno navedeni kriterijumi međusobno su povezani pa izbor određenog kriterijuma nije zahtevan po pitanju performansi.

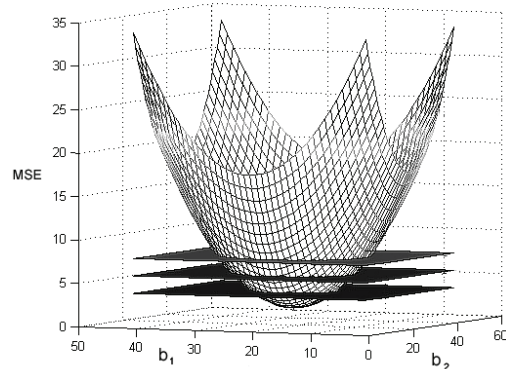
Sa druge strane, izbor adaptivnog algoritma za određivanje adaptivnih koeficijenata je veoma važan jer određuje brzinu konvergencije i hardversku kompleksnost potrebnu za implementaciju algoritma.

Najviše korišćena kriterijumska je funkcija minimalne srednje kvadratne greske MSE (Mean Square Error), koja predstavlja usrednjenu vrednost kvadrata razlike između referentnog signala $y(n)$, i procenjene trenutne vrednosti izlaznog signala $\hat{y}(n)$

$$E[e^2(n)] = E[y^2(n)] + \hat{\mathbf{H}}^T \mathbf{R} \hat{\mathbf{H}} - 2\mathbf{P}^T \hat{\mathbf{H}}. \quad (2)$$

$\hat{\mathbf{H}}(n)$ predstavlja vektor-kolone estimiranih parametara odnosno koeficijenata filtra u n -tom diskretnom trenutku odabiranja signala, dok je $\mathbf{P}$ vektor koji predstavlja međukorelaciju između željenog odziva tj. referentnog signala i ulaznog signala.

Srednja vrednost kvadrata greške je kvadratna funkcija komponenti težinskog vektora $\hat{\mathbf{H}}$, kada su ulazni signali i željeni odziv ulaznih signala stacionarne stohastičke promenljive. Oblik tipične dvodimenzionalne funkcije srednje kvadratne greške prikazan je na slici 3.



Slika 3. Izgled MSE kao funkcija drugog reda.

4.1. Minimum srednje kvadratne greške i gradijent

Važna osobina adaptivnih sistema realizovanih primenom transferzalnih FIR filtara jeste ta što kriterijumska funkcija predstavlja površ drugog reda, kvadratnu funkciju po $\hat{\mathbf{H}}$. Stoga, postoji samo jedan globalni minimum, pa je i postupak određivanja istog veoma olakšan. Gradijent MSE je vektor koji je uvek usmeren u pravcu najbržeg porasta kriterijumske funkcije [4]. Gradijent kriterijumske funkcije u tački minimuma jednak je nuli, pa se postupak određivanja minimuma MSE svodi na određivanje gradijenta MSE i njegovo izjednačavanje sa nulom. U cilju dobijanja minimuma srednje kvadratne greške, težinski vektor $\hat{\mathbf{H}}$ zamenjuje se svojom optimalnom vrednošću $\mathbf{H}_{opt}$. Tada je gradijent jednak nuli, pa sledi:

$$\mathbf{H}_{opt} = \mathbf{R}^{-1} \mathbf{P} \quad (3)$$

Jednačina (3) predstavljaju tzv. Viner-Hof (Wiener-Hopf) jednačinu, čijim se rešavanjem dobija optimalno rešenje za težinski vektor $\hat{\mathbf{H}}$ [2,3].

4.2. Metode optimizacije kriterijumske funkcije

Za određivanje minimuma MSE potrebno je poznavati statističke osobine ulaznog i referentnog signala, tj. vrednosti auto-korelacione matrice $\mathbf{R}$ i korelacionog vektora $\mathbf{P}$. Najčešće su poznate samo merne sekvence pomenutih signala, pa se do njihovih statističkih svojstava može doći samo procenom, na bazi eksperimentalnih podataka. Problem određivanja optimalne vrednosti parametara filtra svodi se na definisanje odgovarajuće numeričke metode ili algoritma sposobnog da opiše krivu ili, u opštem slučaju površinu određenu kriterijumskom funkcijom, kao i da odredi njen minimum. Većina adaptivnih algoritama zasniva se na standardnim iterativnim procedurama za rešavanje problema minimizacije u realnom vremenu.

Dve osnovne numeričke metode za iterativnu minimizaciju kriterijumske funkcije koje ne koriste tačnu vrednost gradijenta, koja u opštem slučaju i nije poznata, već procenu gradijenta su Njutnova metoda (*Newton's method*) i metoda najbržeg spusta (*Steepest descent method*).

4.2.1. Njutnova metoda

Njutnova metoda je od fundamentalnog matematičkog značaja iako ju je teško implementirati u praksi. Ova metoda u velikoj meri zavisi od inicijalnih estimacionih vrednosti težinskog vektora.

$$\hat{\mathbf{H}}(n+1) = \hat{\mathbf{H}}(n) - \mu \mathbf{R}^{-1} \nabla(n) \quad (4)$$

μ - konstanta brzine konvergencije iterativnog procesa.

U praksi se koriste vrednosti $\mu \ll 1$ tipično manje od 0.01; razlog tome je taj što se i $\mathbf{R}^{-1}$ i ∇ procenjuju, kako bi se prevazišli problemi koji nastaju zbog greške koja nastaje prilikom procene nepoznatih vrednosti $\mathbf{R}$ i ∇ .

Osnovni nedostatak Njutnove metode jeste primena u uslovima kada nisu poznati auto-korelaciona matrica ulaznih signala i gradijent kriterijumske funkcije, što je upravo slučaj u najvećem broju praktičnih problema.

4.2.2. Metoda najbržeg spusta

Nedostatak Njutnove metode prevazilazi se tako što se pretpostavlja da su elementi auto-korelacione matrice van dijagonale jednaki nuli. Metoda najbržeg spusta opisuje se jednačinom:

$$\hat{\mathbf{H}}(n+1) = \hat{\mathbf{H}}(n) + \beta(-\nabla(n)) \quad (5)$$

Po svojoj definiciji kretanje u smeru negativnog gradijenta treba da obezbedi najbrže približavanje kriterijumskoj funkciji. Parametar β predstavlja faktor konvergencije koji određuje veličinu koraka korekcije a utiče i na stabilnost i brzinu adaptacije algoritma. Ovaj faktor ima dimenziju jednaku recipročnoj vrednosti dimenzije snage ulaznog signala.

Za razliku od Njutnove metode, metoda najbržeg spusta se lako implementira. Kod ove gradijentne metode takođe dolazi do promena svih parametara težinskog vektora u svakom koraku estimacionog procesa, međutim, promene su usmerene u pravcu negativnog gradijenta površine kriterijumske funkcije.

5. ADAPTIVNI ALGORITMI

Sam izbor određenog optimizacionog kriterijuma nije kritičan po pitanju performansi. Sa druge strane, izbor

adaptivnog algoritma za određivanje adaptivnih koeficijenata je veoma važan iz razloga što on određuje brzinu konvergencije i hardversku kompleksnost za implementaciju algoritma.

5.1. LMS algoritam

LMS (*Least Mean Square*) algoritam pripada metodi najbržeg spusta, međutim koristi drugačiju kriterijumsku funkciju. Umesto matematičkog očekivanja kvadrata greške MSE koristi se samo vrednost kvadrata signala greške, zato je i estimacija gradijenta drugačija.

Kriterijumska funkcija za LMS algoritam izražava se kao:

$$\xi = e^2(n) \quad (6)$$

Trenutna estimacija gradijenta predstavlja prizvod odgovarajućeg signala greške i vektora ulaznog signala u n -toj iteraciji, što predstavlja osnovu jednostavnosti ovog algoritma s obzirom da je potrebna samo jedna operacija množenja po svakom parametru za estimaciju gradijenta.

$$\hat{\mathbf{H}}(n+1) = \hat{\mathbf{H}}(n) + 2\beta e(n)\mathbf{X}(n) \quad (7)$$

β - skalarni parametar koji utiče na brzinu adaptacije, stabilnost adaptivnog algoritma i veličinu greške nakon završenog procesa adaptacije.

Sve dok je $\beta < 1/2\lambda_{max}$, nivo konvergencije će se povećavati kako se β povećava. Kada se dostigne vrednost $\beta = 1/2\lambda_{max}$ doći će do usporavanja, pa se može reći da se najbolji nivo konvergencije postiže kada je β u blizini $1/2\lambda_{max}$. λ_{max} je najveća sopstvena vrednost auto-korelacione matrice $\mathbf{R}$, koja zavisi od snage ulaznog signala.

5.2. LS algoritam

Ovaj algoritam ima drugačiju kriterijumsku funkciju i zasniva se na sumi kvadrata greške, što je ustvari aproksimacija izraza za MSE (matematičko očekivanje zamenjeno je odgovarajućom sumom), a poredi se sa kriterijumskom funkcijom LMS-a, LMS sadrži samo jedan član sume RLS kriterijumske funkcije.

$$\xi(n) = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^n e^2(i) \quad (8)$$

Vektor koji minimizuje kriterijumsku funkciju LS algoritma

$$\hat{\mathbf{H}}(n) = [\mathbf{Z}^T(n)\mathbf{Z}(n)]^{-1}\mathbf{Z}^T(n)\mathbf{y}(n) \quad (9)$$

$\mathbf{Z}^T$ je matrica ulaza. Prikazani postupak zaheva računanje koeficijenata pri svakoj iteraciji i to iznova (ne koristi prethodno dobijene vrednosti parametara), to je nerekurzivni algoritam.

Prevazilaženje ovog problema izvedeno je modifikacijom LS algoritma u rekurzivni oblik, na taj način dolazi se do RLS algoritma (*Recursive Least Squares*).

5.3. RLS algoritam

Rekurzivni algoritam najmanjih kvadrata za estimaciju nepoznatog vektora parametara $\hat{\mathbf{H}}$ ima oblik

$$\hat{\mathbf{H}}(n+1) = \hat{\mathbf{H}}(n) + \mathbf{K}(n+1)[\mathbf{y}(n+1) - \mathbf{X}^T(n+1)\hat{\mathbf{H}}(n)] \quad (10)$$

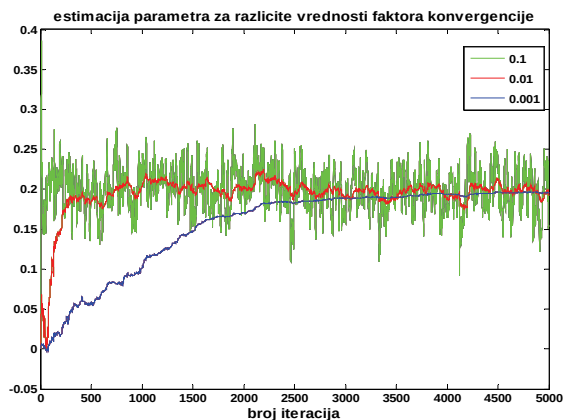
$$\mathbf{K}(n+1) = \mathbf{G}(n)\mathbf{X}(n+1)[1 + \mathbf{X}^T(n+1)\mathbf{G}(n)\mathbf{X}(n+1)]^{-1} \quad (11)$$

$$\mathbf{G}(n) = [\mathbf{Z}(n)^T\mathbf{Z}(n)]^{-1} \quad (12)$$

G je matrica pojačanja koja zavisi od ulaznog signala. Njene početne vrednosti mogu se dobiti postavljanjem $G(0) = \delta^2 I$, gde je δ^2 veliki broj a I jedinična matrica.

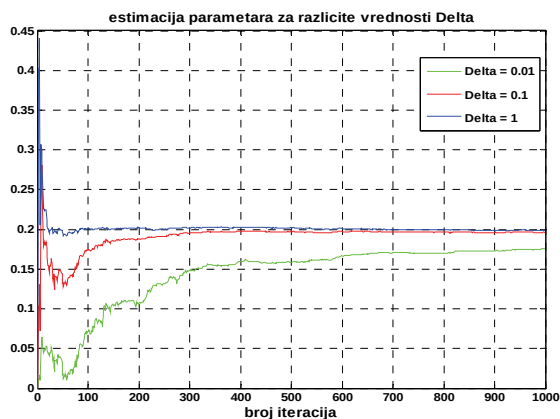
6. PRIKAZ REZULTATA I GRAFIČKA ANALIZA

Analiza LMS algoritma izvršena je poređenjem estimacionog procesa jednog parametra filtra za različite vrednosti faktora konvergencije, slika 4.



Slika 4. Uporedna analiza toka estimacije jednog parametra filtra (vrednost 0,2) za različite vrednosti faktora konvergencije;

Analiza RLS algoritma izvršena je poređenjem estimacionog procesa za različite inicijalne vrednosti matrice pojačanja, slika 5.



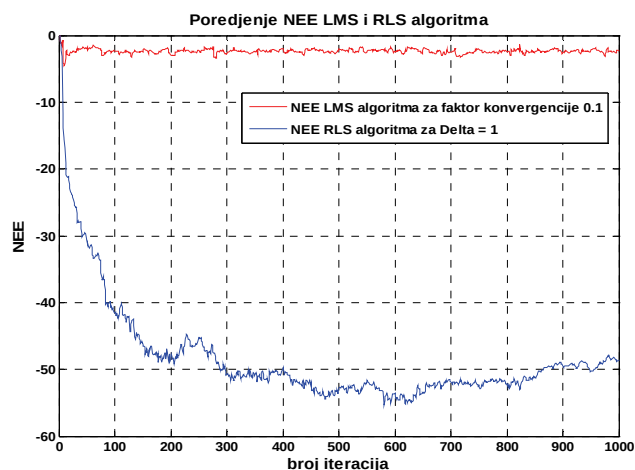
Slika 5. Uporedna analiza toka estimacije jednog parametra filtra (vrednost 0,2) za različite vrednosti δ .

Prednosti RLS algoritma nad LMS algoritmom, uočljive vizuelnim upoređivanjem, potvrđene su i kvantitativno, poređenjem log-normalizovane greške estimiranih parametara NEE (Normalised Estimation Error), što je i prikazano na slici 6.

$$NEE = 20 \log_{10} \frac{\| \hat{h}(n) - h \|}{\| h \|} \text{ [dB]} \quad (13)$$

7. ZAKLJUČAK

LMS algoritam sporije konvergira ka optimalnim vrednostima u svom procesu estimacije i što mu je konvergencija brža tačnost mu je manja.



Slika 6. Uporedna analiza NEE za najbržu konvergenciju estimacionog procesa LMS i RLS algoritma.

RLS algoritam brže konvergira ka optimalnim vrednostima u svom procesu estimacije a takođe je i stabilniji, izuzmemo li prvih nekoliko estimacionih koraka. Prednosti RLS algoritma nad LMS algoritmom vizuelno su očigledne.

Negativna karakteristika RLS algoritma jeste njegova složenost prilikom implementacije. Može se pokazati da implementacija LMS algoritma zahteva svega $2M+1$ iteraciju, dok je sa druge strane za implementaciju RLS algoritma potrebno $2.5M^2 + 4M$ iteracija.

Činjenica da je RLS algoritam kompleksniji za realizaciju, sa razvojem brzih procesora za obradu digitalnih signala, dobija sve manje na značaju.

8. LITERATURA

- [1] Frank Gross "Smart Antennas for Wireless Communication - with MATLAB", McGraw-Hill 2005.
- [2] C.F.N Cowan, P.M. Grant: „Adaptive filters“, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1985.
- [3] H. Widrow and B. Stearns: „ Adaptive signal processing “, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1985.
- [4] Lal Chand Godara "Smart Antennas" CRC Press LLC 2004.

Kratka biografija:



Marko Tomićević rođen je u Jagodini 1981 godine. Fakultet tehničkih nauka upisao je 2006 godine a diplomski - master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacije, odbranio je 2010. godine.



Željen Trpovski rođen je u Rijeci, 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Od 2004. ima zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala.

PRILAGODLJIVI EDITOR XML DOKUMENATA

ADAPTABLE XML DOCUMENT EDITOR

Dušan Krivošija, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisan dizajn i implementacija softvera za ažuriranje i generisanje XML dokumenata.

Abstract – This paper describes design and implementation of XML document update and generation software.

Ključne reči: XML, konfiguraciona datoteka

1. UVOD

Component Distribution Network Applications (CDNA) predstavlja sistem za analizu rada distribuiranog sistema. CDNA [1] je moguće konfigurisati putem XML [5] konfiguracionih datoteka. One sadrže podatke kojima se određuje način rada komponenti CDNA i podešavaju parametri potrebni za njegovo funkcionisanje. Jedan od tipova konfiguracionih datoteka su „mapping datoteke“ [2], koje vrše preslikavanje podataka iz relacije baze podataka u neku drugu formu (RDF XML, objektni model ili binarna datoteka). Jedna od komponenti CDNA je *Engineering Data Import* (EDI) [1].

Funkcije EDI-ja su inicijalno formiranje baze CDNA sistema i proširivanje postojećeg sistema sa novim podacima. Pri tome, EDI obavlja razne transformacije nad ulaznim podacima, na osnovu konfiguracije, kako bi se dobio potreban oblik izlaznih podataka. Kao i druge CDNA komponente i EDI se konfiguriše putem XML konfiguracionih datoteka. Nakon svake izmene konfiguracione datoteke, potrebno je testirati njenu ispravnost, jer je teško pronaći i otkloniti greške u konfiguraciji.

Upotreba već postojećih rešenja nije pokazala zadovoljavajuće rezultate. Korisnik bi morao da zna tačan izgled svake XML konfiguracione datoteke i ispravan način za njeno popunjavanje podacima. Bilo je neophodno utrošiti puno vremena za testiranje i pronalaženje grešaka u konfiguraciji. Stoga se ukazala potreba za izradom specijalizovanog rešenja. U ovom radu predstavljeno je jedno takvo rešenje.

2. OPIS PROBLEMA

Prilikom rešavanja problema, upotrebom DLL [6] i ODBC [4] tehnologija na MFC [3] platformi, bilo je neophodno ispuniti sledeće zahteve:

Omogućiti korisniku jednostavno, navođeno ažuriranje podataka konfiguracionih datoteka kroz dijaloge. Upotrebom grafičkih i zaštitnih mehanizama redukovati mogućnost pravljenja greške.

NAPOMENA:

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

- Dizajnirati „jezgro – proširenje“ mehanizam upotrebom DLL biblioteka koji će omogućiti široku proširivost programa.
- Omogućiti nezavisno razvijanje proširenja putem nezavisnih modula.
- Dizajnirati robusno jezgro, sposobno za rad sa bilo kojom XML datotekom, pri čemu će potpuna kontrola i grafički interfejs biti prepušteni proširenju, u zavisnosti od njegovih potreba. Propisati univerzalni interfejs za komunikaciju između jezgra i proširenja. Omogućiti proširenjima pristup svim funkcionalnostima jezgra, ali i mehanizme za jednostavno obavljanje uobičajenih funkcija.
- Obezbediti potpunu sintaksnu i semantičku proveru unetih podataka kroz dijaloge uz oslonac na
 - o odabrane grafičke komponente koje odgovaraju tipu podataka koji se unosi,
 - o proveru tipa podataka,
 - o poštovanje osnovnih ograničenja definisanih za svaki podatak.
- Olakšati unos podataka upotrebom nabrojivih tipova podataka (enumeracija) kada je to moguće. Omogućiti ažuriranje enumeracija u okviru rešenja.
- Obezbediti mogućnost povezivanja na bazu podataka putem ODBC tehnologije. Upotrebom ovog mehanizma proširenjima će biti pružena mogućnost čitanja meta podataka iz baze i punjenje menija grafičkih dijaloga sa dobijenim podacima.
- Analizirati potencijalne načine za identifikaciju tipa datoteke i implementirati najpouzdanije rešenje koje bi ovu funkciju obavljalo bez mogućnosti greške.

3. PRIMENJENE TEHNOLOGIJE I TEHNIKE

Kako bi sve neophodne funkcionalnosti bile podržane u softverskom alatu, bila je neophodna upotreba i nekoliko dodatnih biblioteka za **Windows** operativni sistem.

3.1. *Microsoft Foundation Class Library* – MFC

MFC predstavlja biblioteku koja čini omotač oko delova *Windows* API-ja. Ona sadrži C++ klase koje omogućuju programeru direktan pristup svim funkcionalnostima operativnog sistema.

MFC sadrži i hijerarhiju klasa grafičkih komponenti neophodnih za izradu GUI-ja u *Windows* okruženju. Svako aplikativno rešenje, koje ima grafički korisnički interfejs, koristi ove klase, osim u slučaju da poseduje sopstvene biblioteke za grafički interfejs.

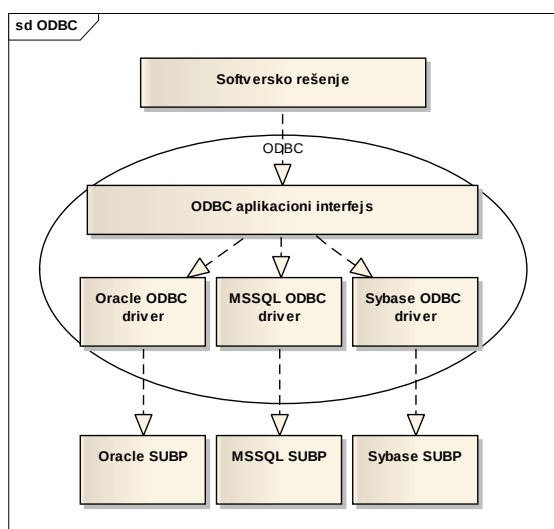
Osim grafičkih komponenti, MFC sadrži i druge klase i funkcije čiji je cilj olakšano programiranje u VC++ jeziku, kao i povezivanje sa grafičkim komponentama.

3.2. *Open Database Connectivity* – ODBC

ODBC [4] pruža standardni softverski interfejs za pristup SUBP. ODBC je nezavisan od programskog jezika u

kojem se piše aplikativno rešenje kao i od operativnog sistema na kojem će biti izvršavano. Takođe, ODBC ne zavisi od SUBP koji će biti korišćen. Ovakva funkcionalnost omogućena je prevodilačkim slojem između aplikacije i SUBP. Potrebno je samo da aplikacija koristi ODBC sintaksu, a upravljački softver u okviru ODBC-a će SQL upite prevesti na jezik koji dati SUBP razume.

Aplikacija koja koristi ODBC može da radi sa svakim tipom baze podataka, bez izmene koda u sličaju promene korišćene baze podataka. Svaki tip baze podataka za svaku svoju verziju poseduje poseban ODBC upravljački softver (*driver*) koji vrši potrebno prevođenje iz ODBC sintakse u sintaksu SUBP-a date baze. Na slici 1 grafički je prikazana komunikacija prilikom korišćenja ODBC-a.



Slika 1. Dijagram komunikacije ODBC-a

3.3. Xerces-C

Xerces [9] je kolekcija softverskih biblioteka za parsiranje, validaciju, generisanje i manipulisanje sa XML datotekama. Biblioteka implementira veliki broj standardnih API-ja za parsiranje XML datoteka, među kojima su najpoznatiji: DOM, SAX i SAX2. Xerces-C predstavlja implementaciju biblioteke u C++ programskom jeziku.

3.4. Dizajn šablona

Prilikom dizajna aplikativnog rešenja upotrebljeno je nekoliko dizajn šablona [7]. Dizajn šablona predstavljaju uopštena i ponovo upotrebljiva rešenja za uobičajene probleme koji se javljaju u toku razvoja softvera. Njihovom realizacijom dobijaju se fleksibilna i efikasna rešenja konkretnih problema.

Neki od korišćenih dizajn šablona su:

- *Plug-in* šablon,
- *Factory Method*,
- *Object pool*,
- *Singleton*,
- *Facade*,
- *Strategy*.

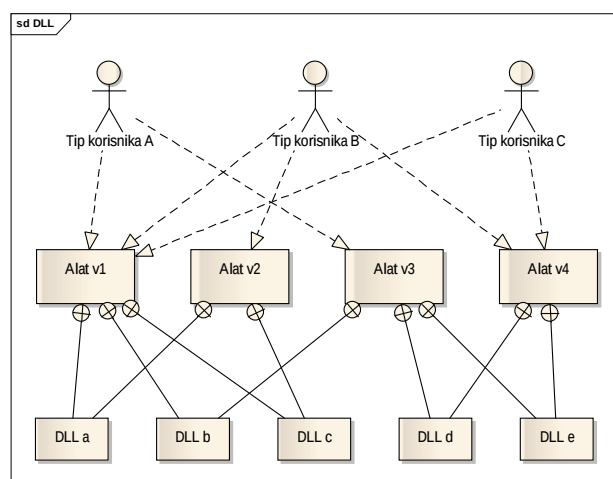
3.5. Dynamic-link Library - DLL

DLL [6] mehanizam predstavlja implementaciju koncepta deljenih biblioteka u *Microsoft Windows* i *OS/2* operativnim sistemima. Osnovna ideja ovog koncepta je

moгуćnost da više aplikacija koristi zajedničke funkcije, klase ili objekte. DLL mehanizam je osnovni način modularizacije aplikacija na *Windows* platformi. On omogućuje podelu aplikacije po modulima koji međusobno komuniciraju po unapred definisanom protokolu, preko zajedničkog interfejsa.

Upotreba DLL mehanizma veoma je bitna prilikom razvoja softvera, kada je potrebno omogućiti dugotrajan, paralelan razvoj delova aplikacije. Pri tome, izmena jednog dela aplikacije ne zahteva izmenu i izradu novih verzija drugih delova aplikacije.

Upotrebom DLL mehanizma omogućeno je postojanje više verzija alata, namenjenih različitim grupama korisnika, odnosno sa podrškom za različite grupe funkcija, kao što je prikazano na slici 2.



Slika 2. DLL mehanizam, verzioniranje softverskog alata

4. ARHITEKTURA REŠENJA

Zbog potrebe za izmenama postojećih tipova datoteka i za dodavanjem podrške za nove tipove datoteka, bilo je potrebno da rešenje bude lako proširivo. Stoga su jasno razdvojena dva tipa komponenti: jezgro (*core*) i proširenja (*extensions*). Veza između komponenti je realizovana DLL mehanizmom. Prilikom dodavanja podrške za novi tip datoteke, nije potrebno menjati jezgro rešenja, već samo dodati novo proširenje. Sastavni delovi proširenja su: objektna reprezentacija konfiguracije datoteke, parser, generator i rukovalac događajima. Poželjno je da proširenja sadrže i dijaloge za interakciju sa korisnikom, mada je implementacija toga opcionalna.

4.1. Struktura jezgra

Jezgro rešenja sastoji se iz

- registra podržanih tipova datoteka,
- osnovnog korisničkog interfejsa,
- podrške za rad sa sistemom datoteka (učitavanje i snimanje),
- registra enumeracija i korisničkog interfejsa za njihovo ažuriranje,
- mehanizma za preusmeravanje događaja ka proširenju koje podržava trenutno aktivan tip datoteke.

Registar podržanih tipova datoteka

Sadrži veze do proširenja svakog od podržanih tipova datoteka. On postavlja aktivno proširenje na osnovu tipa datoteke koja se otvara ili kreira.

Osnovni korisnički interfejs

Sastoji se iz menija, trake sa alatima i dve glavne celine: drveta sistema datoteka i drveta konfiguracione datoteke. Sadrži osnovne dijaloge koji ne zavise od tipa datoteke koja se trenutno ažurira.

Podrška za rad sistemom datoteka

Omogućuje korisniku da unese putanju do lokacije projekta, otvori postojeću ili započne pisanje nove datoteke. Takođe, podržava snimanje datoteke unutar projekta ili na bilo koju drugu lokalnu ili mrežnu lokaciju.

Mehanizam za preusmeravanje događaja

Vrši preusmeravanje događaja koji su specifični za aktivnu datoteku, a koje je izazvao korisnik, ka odgovarajućem proširenju koje podržava aktivan tip datoteke.

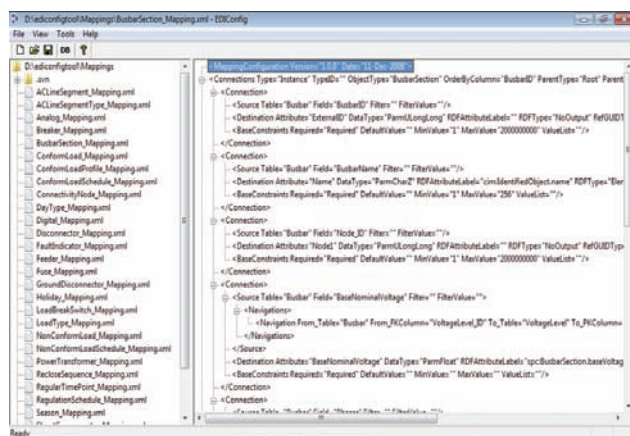
4.2. Struktura proširenja

Svako proširenje mora da podrži definisane interfejsse kako bi mu bila omogućena dvosmerna komunikacija sa jezgrom. Jezgro poziva funkcije proširenja kao rezultat korisnikove akcije. Prilikom izvršavanja određenih funkcija, proširenje ima mogućnost pristupa resursima jezgra. Na primer, prilikom zahteva za čitanje postojeće datoteke, proširenje ima pristup drvetu konfiguracione datoteke, kako bi moglo da ga izmeni i grafički predstavi pročitanoj datoteku. Svako proširenje realizovano je u okviru posebne DLL biblioteke, što znači da svakom tipu datoteke odgovara jedno proširenje.

5. FUNKCIONALNOSTI REŠENJA

5.1. Osnovni korisnički interfejs

Osnovni korisnički interfejs baziran je na *Microsoft Single Document Interface* šablonu. Sastoji se iz menija, trake sa alatima i dve glavne celine: drveta sistema datoteka i drveta konfiguracione datoteke. Sve komande osnovnog interfejsa su nepromenljive, bez obzira koji je aktivan tip datoteke. Komande, koje su specifične za određeni tip datoteke, predstavljene su u kontekstnom meniju drveta konfiguracione datoteke i specijalnim menijima, realizovanim u proširenjima alata. Izgled alata sa otvorenom jednom od podržanih datoteka prikazan je na slici 3.



Slika 3. Izgled glavnog prozora aplikacije sa otvorenom datotekom

5.2. ODBC veza sa bazom podataka

Implementacija ODBC interfejsa za pristup SUBP-ovima omogućuje vezu sa bilo kojom bazom podataka koja ima

implementiran odgovarajući ODBC upravljački softver. Ona omogućuje konfigurisanje i trajno pamćenje konfiguracije parametara baze podataka, radi kasnije upotrebe na istom računaru.

Korisnik može u toku rada ručno da uspostavi i prekine vezu sa bazom podataka. Takođe, proširenja mogu da zahtevaju uspostavu veze sa bazom ili prekid veze. Od njihove implementacije, u zavisnosti tipa datoteke sa kojom se radi, proširenja mogu da podrže ili ne podrže rad kada veza sa bazom nije uspostavljena. Kroz vezu sa bazom podataka, moguće je dobiti njene meta podatke i koristiti ih na odgovarajući način u dijalozima proširenja.

5.3. Registar enumeracija

Podaci nabrojivog tipa, koji se unose putem dijaloga, ažuriraju se putem grafičkog editora enumeracija. Za svaki tip konfiguracione datoteke potrebno je prethodno uneti vrednosti nabrojivih tipova koje datoteka koristi u dijalozima. Enumeracije je moguće sačuvati, tako da ih je potrebno uneti samo jednom.

5.4. Pristup jezgru i proširenjima - interfejsi

Komunikacija između jezgra i proširenja obavlja se dvosmerno, putem interfejsa. Funkcije jezgra omogućuju proširenju pristup svim funkcijama koje su zajedničke za sve datoteke. Da bi bila omogućena sveobuhvatna podrška za različite tipove XML datoteka, omogućene funkcije nisu prekomerno restriktivne. Sa druge strane, realizovani su i mehanizmi koji ne dozvoljavaju proširenju da naruši stabilnost aplikacije zbog svoje eventualno loše implementacije.

Interfejs koji moraju da implementiraju proširenja sadrži funkcije za:

- identifikaciju, aktivaciju i deaktivaciju proširenja,
- učitavanje i snimanje datoteke,
- generisanje nove, prazne datoteke i reinicijalizaciju stanja,
- pristup rukovaocu događaja nad stablom datoteke.

5.5. Pronalaženje i inicijalizacija proširenja

Podrška za različite tipove datoteka omogućena je putem proširenja. Svako proširenje sadrži implementaciju niza interfejsa (koje propisuje jezgro), neophodnih za obavljanje svih standardnih operacija. Takođe, proširenja mogu da sadrže i proizvoljne funkcionalnosti, dostupne putem svojih grafičkih dijaloga.

Da bi bila dostupna korisniku, proširenja je potrebno locirati i aktivirati. Ova procedura se izvršava po pokretanju aplikacije. Prvo se napravi jedinstvena instanca interfejsa jezgra, čija će veza biti, prilikom inicijalizacije, prosledjena svim proširenjima. Sve DLL biblioteke identifikuju se i, ukoliko budu prepoznate kao proširenja ove aplikacije, vrši se njihova inicijalizacija, tj. instancira se njihov interfejs i smešta se referenca ka interfejsu u registar objekata.

5.6. Mehanizam za preusmeravanje korisničkih akcija

Prilikom kreiranja nove ili otvaranja postojeće datoteke izvrši se aktivacija proširenja koje podržava dati tip datoteke. Jedan od koraka aktivacije je postavljanje strategije za obradu događaja izazvanih akcijom korisnika. U aplikativnom rešenju, definisan je interfejs koji moraju da ispoštuju sve strategije, a predstavlja osnovne korisničke akcije.

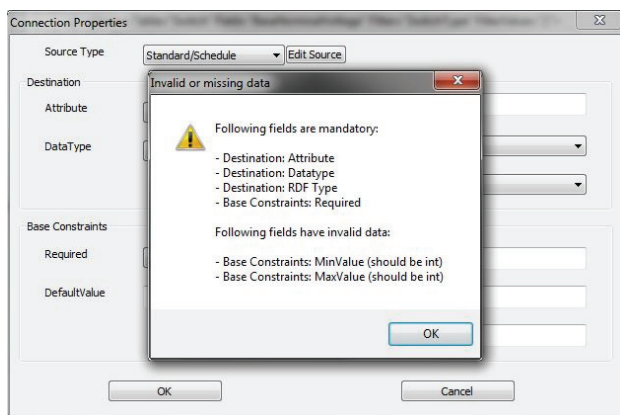
Prilikom akcije korisnika, na primer, prilikom zahteva za dodavanje novog čvora u stablo, dispečer događaja prosleđuje ovaj događaj aktivnom proširenju na obradu. Način obrade događaja nepoznat je jezgru. Akcije korisnika i ne moraju imati realizovanu obradu, a mogu da imaju i obradu koja obuhvata pozive funkcija jezgra putem njegovog interfejsa.

5.7. Validacija podataka

Kroz različite mehanizme, podržani su sledeći sistemi validacije unetih podataka:

- Grafičko ograničenje prilikom unosa podatka putem odgovarajućih GUI komponenti.
- Kontrola tipa podataka u poljima za slobodan unos.
- Provera popunjenosti obaveznih polja.
- Provera validnosti grupe podataka.
- Ograničenje unosa upotrebom nabrojivih tipova (omogućeno kroz mehanizam za enumeracije).
- Održavanje propisane forme datoteke putem mogućnosti dodavanja podčvorova samo za odgovarajuće čvorove u stablu.
- Unos na osnovu meta-podataka dobijenih iz baze podataka.

Datoteku je moguće snimiti tek kada prođe proveru svih mehanizama validacije (slika 4). Putem ovih mehanizama, mogućnost pravljenja greške je veoma mala.



Slika 4. Primer dijaloga za unos podataka sa informacijom o rezultatu validacije

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljeno je jednostavno i praktično aplikativno rešenje koje omogućuje konfigurisanje EDI komponente CDNA sistema. Izmena konfiguracionih datoteka će pomoću ovog rešenja biti daleko jednostavnija, brža i pouzdanija uz minimalnu mogućnost pravljenja greške. Rešenje je dovoljno napredno da zameni sve dosadašnje načine konfigurisanja ovog sistema i zadovoljava sve standarde potrebne da bude uvedeno u upotrebu na „živim“ sistemima.

Zbog svoje generičnosti, opisani alat predstavlja univerzalno rešenje za ažuriranje bilo koje datoteke čiju strukturu je moguće predstaviti u formi stabla. Implementacijom interfejsa koje rešenje propisuje za svoja proširenja, moguće je podržati bilo koji tip datoteke. Ovim je stvoren prostor za daleko širu namenu rešenja, najpre u konfigurisanju drugih složenih softverskih sistema.

Izrada rešenja zahtevala je upoznavanje sa načinom konfigurisanja EDI-ja i različitim formatima konfiguracionih datoteka. Takođe, bilo je potrebno upoznati se sa teškoćama koje se javljaju u toku konfigurisanja i pronaći najefikasnije mehanizme za olakšanje i pojednostavljenje ovih postupaka. Proučeni su postojeći načini konfiguracije i, u konsultaciji sa njihovim korisnicima, predložena konkretna rešenja.

7. LITERATURA

- [1] Siemens, „Development Specification of Engineering Data Import, CDNA 1.0“, Nuremberg, Germany, 2007.
- [2] Siemens, DMS Group Llc, Marko Krivačić, „Engineering Data Import - Extraction Module Desing Note“, Nuremberg, Germany, 2010.
- [3] Microsoft Corporation, „Visual Studio 2005 documentation“, Microsoft Developer Network, 2005.
- [4] Wikipedia, „Open Database Connectivity“, 2010, http://en.wikipedia.org/wiki/Open_Database_Connectivity
- [5] World Wide Web Consortium, „Extensible Markup Language“, Fifth Edition, 2008, <http://www.w3.org/TR/xml>
- [6] Wikipedia, „Dynamic-link library“, 2010, http://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic-link_library
- [7] Christopher G. Lasater, „Design Patterns“, Wordware Publishing, 2007.
- [8] Oracle Corporation, „Oracle 8 ODBC Driver Help“, Oracle Technology Network, 2000.
- [9] The Apache Software Foundation, „Xerces Project Documentation“, 2010.

Kratka biografija:



Dušan Krivošija rođen je u Novom Sadu 1986. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehničko i računarsko inženjerstvo – Primenjene računarske nauke i informatika odbranio je u septembru 2010. god.

PAMETNE DISTRIBUTIVNE MREŽE SMART POWER DISTRIBUTION GRIDS

Nikola Milošević, Miroslav Nimrihter, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovome radu predstavljena je vizija budućih pametnih distributivnih mreža. Opisani su elementi i uređaji koji omogućavaju realizaciju ove vizije, takođe je opisan i uticaj ovakvih mreža na život potrošača, odnosno ljudi, kao i na poslovanje distributivnih preduzeća. Drugi deo master rada je razvoj MATLAB programa za analizu tokova snaga u radialnoj mreži uz uticaj generatora i baterija kondenzatora.

Abstract – In this paper we propose a vision of the future of smart distribution networks. Describe the elements and devices that enable the realization of this vision, it also described the impact of such networks on the consumers and the public and to business distribution companies. The second part of the master development of MATLAB programs for the analysis of flow in the radial network with the impact of the generator and battery capacitor.

Ključne reči: distributivne mreže, merna infrastruktura, automatizaciona tehnologija, distributivni menadžment sistem.

1. UVOD

Energetika je privredna grana koja treba da obezbedi proizvodnju, transport, pretvaranje, raspodelu i korišćenje svih vidova energije. Elektroenergetika predstavlja sektor energetike koji je odgovoran za proizvodnju, prenos, distribuciju i isporuku električne energije potrošačima uz neophodne nivoe sigurnosti, pouzdanosti, kao i odgovarajući kvalitet napajanja, a sve to treba da se zadovolji uz najmanje sopstvene troškove. U smislu ostvarenja tog cilja, služi elektroenergetski sistem (EES). EES je definisan kao sistem u okviru kojeg se izvode sve elektroenergetске transformacije iz ili u električnu energiju, njene unutrašnje transformacije, te prenos i distribuciju iste. On je složen dinamički sistem koji se sastoji od četiri osnovna podsistema koja su međusobno povezana tako da deluje kao jedinstvena celina.

Podsystemi su: podsystem proizvodnje, podsystem prenosa, podsystem distribucije i podsystem potrošača.

Podsystem prenosa (prenosne mreže) i podsystem distribucije (distributivne mreže) čine elektroenergetsku mrežu koja isporučuje energiju od generatora do potrošača. Podsystem prenosa električne energije obezbeđuje prenos od elektrana do distributivne podstanice (obično razvodnog postrojenja 110/20 kV), dok podsystem distribucije

obezbeđuje prenos od distributivne podstanice do potrošača.

Prenosne mreže imaju razvijen sistem upravljanja i kontrole što im omogućava Energy Management Systems (EMS) koji pruža u realnom vremenu informacije o statusu mreže.

Distributivne mreže nemaju razvijen sistem upravljanja i kontrole kao što imaju prenosne mreže, ali se teži ka tom cilju. Problem distributivnih mreža jeste što su mnogo komplikovanije, jer kod njih imamo čestu pojavu promene potrošnje, veći broj vodova odnosno fidera za napajanje potrošača, samim tim i veći broj ispada. Distributivne mreže su od manjeg značaja pa se u njih nije ulagalo koliko u prenosne, i u većini distributivnih mreža prilikom prekida jednog voda svi potrošači iza mesta kvara ostaju bez napajanja dok su prenosne mreže konstruisane sa sigurnosti najmanje tipa n-1.

Poslednjih godina se ozbiljno posvetilo ovome problemu da bi se pre svega smanjilo ulaganje u novu infrastrukturu mreže jer zahtevi potrošača su sve veći i postojeće mreže ne bi izdržale vrhove opterećenja, kao i da bi se obezbedilo što kvalitetnije napajanje potrošača. Vizija mreža za 2030 godinu poziva na izgradnju električnog sistema 21.veka, ona će da povezuje sve potrošače sa „beskonačnom“ snagom, obezbediće efikasno i pouzdano napajanje bilo kad i bilo gde. To postizemo kroz pametne mreže, čime bi integrisali napredne funkcije u nacionalnu električnu mrežu da se poboljša pouzdanost, efikasnost i bezbednost, i da se takođe doprinese smanjenju klimatskih promena smanjenjem emisije ugljendioksida.

U cilju rešavanja ovog problema razvijaju se pametne distributivne mreže (Smart power distribution grids) koje su tema ovog rada i njih ćemo detaljnije opisati.

2. PAMETNE DISTRIBUTIVNE MREŽE

Pametne distributivne mreže spajaju informacionu tehnologiju sa trenutnom elektroenergetskom strukturom, što omogućava da se zadovolje energetske potrebe društva u 21 veku. Pametne distributivne mreže upravljanjem podacima omogućuju distribuciji da upravljaju distributivnim električnim sistemima pouzdanije i efikasnije pristupanjem podacima distributivnog sistema koji poboljšavaju korišćenje sistema automatizacije i donošenje odluka operatera iz kontrolne sobe.

Tehnologije pametnih mreža pružaju distribucione usluge i poznavanje potrošnje u realnom vremenu, i donošenje odluka koje će je osnažiti uštedom energije, resursa, novca i okoline.

Ova pametna mreža nije jedan proizvod nego skup hardvera i softvera koji rade zajedno da bi mreže danas bile „pametnije“.

NAPOMENA:

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

2.1. Ključne komponente pametnih mreža

Pouzdan rad prenosnih mreža se ostvaruje preko Energy Management Systems (EMS) koji pruža u realnom vremenu informacije o statusu mreže, pomažući distributivnim preduzećima automatizovanjem realizacije raznih mrežnih funkcija.

Pouzdanost distributivnih mreža se ostvaruje korišćenjem Distribution Management System (DMS), međutim ovaj „alat“ nije dovoljno razvijen čak i u naprednim državama poput onih u Severnoj Americi [1].

DMS je srce pametnih distributivnih mreža, on omogućuje distribuciji da upravlja obnovljivim izvorima, podržava efikasne tehnologije mreže, omogućuje kontrolu upravljanja i obnove ispada.

Pod pametnim mrežama se podrazumeva upotreba digitalne tehnologije za modernizaciju upravljanja mrežom, i koriste se inovativni proizvodi i usluge kombinovane sa pametnim nadzorom, kontrolom, komunikacijom i tehnologijom samoodržavanja da urade sledeće:

- olakša rad i povezivanje generatora svih veličina i tehnologija
- omogućavaju korisnicima da igraju ulogu u optimizaciji rada sistema
- obezbedi potrošačima veći izbor potrošnje i informacija
- značajno smanjenje uticaja na životnu sredinu sistema snabdevanja električnom energijom
- pružaju poboljšani nivo pouzdanosti i sigurnosti snabdevanja

Pametne mreže su moguće jedino uz podršku opreme koja je u mogućnosti da nadgleda i reguliše mrežu, odnosno da daje podatke u realnom vremenu, dvosmernu komunikaciju i daljinsko upravljanje rasklopnim uređajima.

2.2. Minimiziranje mogućnosti prekida struje

Kada se na električne poremećaje ne deluje brzo, postoji rizik od kaskadnog pada delova elektroenergetskog sistema. Ako su drugi vodovi već blizu punog kapaciteta, navala električne energije će ih izazvati da se preopterećuju kao posledica zagušenja, stvarajući domino efekat koji je vodeći uzrok masovnih kolapsa.

Da ne bi došlo do ovakvih scenarija postoji samoodržavanje mreže, ono odradi svoj deo posla tako da se ni ne primeti da je došlo do manjih kvarova. Međutim, prilikom kvara ključnih komponenti električne mreže kao što su transformatori u distributivnim mrežama dovodi do isključenja napajanja u mreži nizvodno.

Da bi se smanjio rizik od ovakvih neočekivanih kvarova koristi se kontrola pametnih mreža i dijagnostika, tehnologija dijagnostike pomaže kroz upozorenja, otkrivanja, dijagnostiku i prognozu. Na primer u transformatorima se pomoću senzora može pratiti nivo i kvalitet ulja.

Automatizacija u saradnji sa pametnim brojlama i naprednom mernom infrastrukturom omogućava da se spreče problemi i pre nego što se oni jave, dok se tehnologijama praćenja i kontrole, poznate kao dijagnostika kvara, može pomoći ublažavanjem problema ako su oni već nastali.

2.3. Smanjenje gubitaka

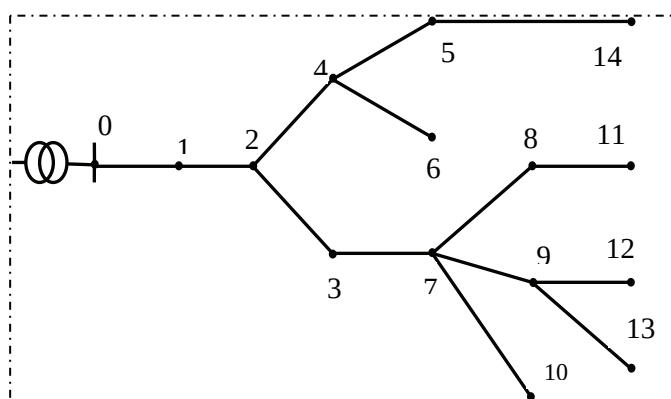
Da bi povećali efikasnost vodova, odnosno smanjili gubitke postavljaju se baterije kondenzatora (smanjuju se tokovi reaktivne snage kroz mrežu), generatori (smanjuju se tokovi aktivnih snaga kroz mrežu) i bolji i efikasniji transformatori.

Distributivni generatori ne mogu biti velikih snaga jer su u neposrednoj okolini potrošača, teži se da oni iskoristićavaju potencijale obnovljivih izvora energije kao što su [2]: vetar, male hidroelektrane, solarna, geotermalna, biomasa.

Još jedan od problema jeste vršno opterećenje koje nastaje između 14 i 19 časova. Ovaj problem se rešava pomoću pametnih električnih brojila koja će biti u mogućnosti da stalno razmenjuju podatke sa distribucijom te će tako praviti razliku u ceni el. energije tokom dana i podsticati potrošače da je troše van perioda vršnog opterećenja.

3. ANALIZA RADA MREŽA

Da bi analizirali rad mreže razvijamo MATLAB program za analizu tokova snaga u radialnoj mreži uz uticaj generatora i baterija kondenzatora. U ovom programu kao ulazne podatke ćemo koristiti impedanse voda i struje čvorova, a kao izlazne podatke (one koje proračunavamo) ćemo imati vrednost struje po granama, padove napona po granama, napone pojedinih čvorova kao i aktivne i reaktivne gubitke snage po granama. Programi su pisani za radialnu mrežu sa slike 1.



Slika 1: Radialna distributivna mreža

Da bismo napisali program moramo poznavati topološku matricu A, izraze za izračunavanje struja i napona, izraze za gubitke snaga.

3.1 Topološka matrica A radialnih mreža

Matrica A se može napisati direktno, tako što se u redu koji odgovara i-toj grani upisuje 1 u koloni j, koja odgovara j-tom čvoru ($a_{ij}=1$) koji se napaja iz nje. Ako se j-ti čvor ne napaja iz i-te grane tada je $a_{ij}=0$. Svi elementi na glavnoj dijagonali su jednaki 1. [3]

3.2 Izračunavanje napona i struja

Struje potrošača su J. Pokazuje se (ovde bez dokaza) da se može napisati [3]

$$[I] = [A] \cdot [J]. \quad (1)$$

U sledećoj relaciji se daje veza između napona pojedinih čvorova, prema referentnom čvoru ΔU_{0j} u funkciji od padova napona na granama ΔU_i . Referentni čvor su sabirnice - čvor 0.

$$[\Delta U]_0 = [A]^T \cdot [\Delta U], \quad (2)$$

$$\Delta U = z \cdot I, \quad (3)$$

$$I = A \cdot J, \quad (4)$$

gde je z dijagonalna matrica impedansi grana. Dalje se, zamenjujući redom (3) i (4) u (2), može se napisati

$$[\Delta U]_0 = [A]^T \cdot [z] \cdot [I] = [A]^T \cdot [z] \cdot [A] \cdot [J] = Z \cdot J. \quad (5)$$

Vektor napona čvorova se računa na osnovu sledeće relacije

$$[U] = [U_0] - [\Delta U]_0, \quad (6)$$

ovde je

$$[U] = [U_1 \ U_2 \ U_3 \ \dots \ U_{14}]^T. \quad (7)$$

Struje u granama računaju se preko relacije (4)

Uopšteni primer.

Analiza radialne mreže se sprovodi sledećim nizom koraka. [3]

- napiši A ,

- učitaj $[J]$, $[Z]$,

- izračunaj $[\Delta U]_0 = [A]^T \cdot [z] \cdot [A] \cdot [J]$.

Naponi čvorova su

$$[U] = [U_0] - [\Delta U]_0.$$

Struje u granama imaju vrednost

$$[I] = [A] \cdot [J].$$

3.3 Izračunavanje gubitaka snage

Prividne snage gubitaka su

$$Sg_i = Z_i \cdot I_i.$$

Odakle možemo izraziti aktivne i reaktivne gubitke snaga po pojedinim granama kao

$$Pg_i = \cos \varphi \cdot Sg_i;$$

$$Qg_i = \sin \varphi \cdot Sg_i;$$

ili kao

$$Pg_i = \text{real}(Sg_i);$$

$$Qg_i = \text{imag}(Sg_i);$$

Ukupne aktivne i reaktivne gubitke računamo kao sumu gubitaka po pojedinim granama

3.4 Test programi

Ovim programima proveravamo ispravnost koda tako što unosimo ulazne test podatke na osnovu kojih lako proveravamo rezultate (izlazne podatke). Prvo unosimo da su $J=1+j0$ i $Z=1+j0$, drugi primer je sa $J=1+j1$ i $Z=1+j0$, treći je sa $J=1+j0$ i $Z=1+j1$ dok je četvrti sa ulaznim podacima $J=1+j1$ i $Z=1+j1$. Takođe smo ovim proverili ponašanje programa pri realnim i kompleksnim veličinama ulaznih podataka.

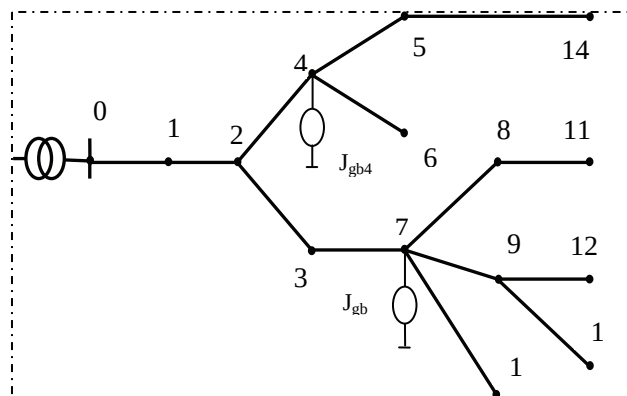
3.5 Program sa realnim podacima

S obzirom da smo ispitali ispravnost programa možemo vršiti proračun sa realnim ulaznim podacima i razmotriti dešavanja u realnoj distributivnoj mreži.

3.6 Uticaj generatora i baterija kondezatora

Da bi smo smanjili gubitke snaga i omogućili upotrebu starije infrastrukture koja ne bi izdržala vrhove opterećenja sve zahtevnijih potrošača i na taj način odložili ulaganje u rekonfiguraciju mreže, pametne mreže se oslanjaju na sve veći broj distributivnih malih generatora. Kondezatorske baterije imaju sličan efekat. Da bi se obezbedio što veći prenos aktivne energije postavljaju se kondezatorske baterije u određenim čvorovima.

Da bi smo prikazali njihov uticaj na mrežu posmatračemo sliku 2 koja se razlikuje od slike 1 za generatore i baterije kondezatora postavljene u čvorovima broj 4 i 7.



Slika 2: Distributivna radialna mreža sa generatorima i baterijama kondezatora

Upoređivanjem izlaznih podataka programa bez generatora i baterija kondezatora i sa njima, prikazujemo njihov uticaj na poboljšanje rada distributivne mreže. Ovde smo dali tabelu 1 za poređenje nekih izlaznih podataka za prvih sedam čvorova.

Tabela 1. Poređenje izlaznih podataka radialnih distributivnih mreža sa i bez generatora i baterija kondezatora

Grana/ čvor br	Bez generatora i baterija kondezatora		Sa generatorima i baterijama kondezatora	
	I [A]	U [V]	I [A]	U [V]
1	420+j140	20922-j157	260+j60	20944-j90
2	390+j130	20896-j209	230+j50	20926-j118
3	240+j80	20883-j234	140+j30	20917-j131
4	120+j40	20891-j218	60+j10	20923-j122
5	60+j20	20888-j225	60+j20	20920-j128
6	30+j10	20889-j221	30+j10	20922-j125
7	210+j70	20874-j251	110+j20	20912-j139

Iz tabele možemo zaključiti da dodatni izvori smanjuju struje u granama (pa i snage gubitka) i povećavaju napone.

4. MOGUĆNOST RADA DISTRIBUTIVNIH MREŽA SA SIGURNOŠĆU (N-1)

Distributivne mreže su radialne i prilikom kvara na nekom delu mreže svi potrošači iza mesta kvara ostaju bez napajanja, gledajući od izvora prema mreži. Potrošači koji ostaju bez napajanja mogu biti od velikog značaja pa se takvo nešto u tim situacijama ne sme dozvoliti. Da bi se to izbeglo distributivne radialne mreže se međusobno povezuju vodovima koji su u normalnim stanjima neopterećeni, tj na njegovim krajevima su normalno otvoreni rastavljači (NOR). Ako zamislimo dve mreže koje rade paralelno i ako se desi kvar na jednoj od njih,

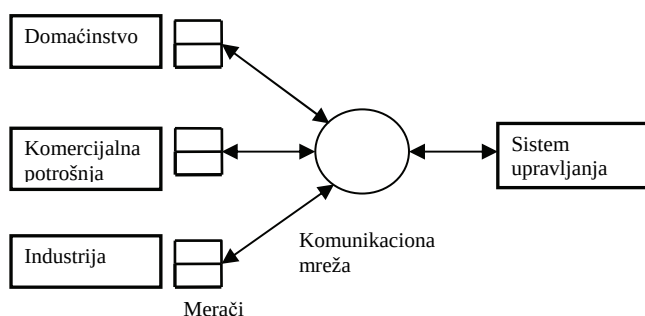
druga mreža može preuzeti napajanje jednog dela potrošača kojisu ostali bez napona. Na taj način imamo minimalan broj potrošača bez napajanja. Ovo takođe predstavljamo preko programa koji se pišu na istom principu kao i programi iz predhodnog poglavlja.

5. REALIZACIJA PAMETNIH DISTRIBUTIVNIH MREŽA

Poboljšanja distributivne mreže se ostvaruju putem inteligentne automatizacije, sekcionalizacije i obnavljanja napajanja što je osnova za realizaciju pametnih distributivnih mreža. Tako svaka distribucija treba da ima plan razvoja koji u sebi obavezno sadrži: primene napredne infrastrukture mernog sistema, korišćenja distributivnog menadžment sistema i sistema za upravljanje prekidima napajanja.

5.1 Automatsko očitavanje brojila – AMR (Automated Meter Reading) i napredna infrastruktura mernog sistema – AMI (Advanced Metering Infrastructure)

Primarna svrha AMR sistema je da distribuciji obezbedi uvid u ukupnu potrošnju električne energije i da očitava brojila na dat zahtev. On predstavlja bitan i neophodan korak u transformaciji tradicionalne distributivne električne mreže u pametnu distributivnu mrežu, jer pomoću njega je omogućen kompletan uvid u aktuelna stanja mreže u jako velikom broju tačaka, što je sa SCADA sistemom bilo neisplativo. Napredna infrastruktura mernog sistema (AMI) odnosi se na sistem koji meri, skuplja, analizira i kontroliše upotrebu električne energije od strane potrošača pomoću naprednog i mernog komunikacionog sistema i sistema za upravljanje podacima, kao što je prikazano na Slici 3. [4]. Ova tehnologija omogućuje odgovarajućim kompanijama da daljinski i automatski prikupljaju podatke o merenjima, dok AMI nudi potpuno dvosmernu komunikaciju, tj. pored prikupljanja podataka o potrošnji signali mogu biti poslani i od strane kontrolnih centara ka potrošačima [5].



Slika 3: Izgled napredne infrastrukture mernog sistema i komunikacije između njenih komponenti

5.2 Distributivni menadžment sistem–Distribution Managment System (DMS) i sistem za upravljanje prekidima napajanja–Outage Managment System (OMS)

Poboljšanje potrošačkih servisa i ostvarivanje uštede u troškovima distributivnih preduzeća leži u primeni DMS-a koji obezbeđuje odgovore u realnom vremenu na

različite uslove rada. Modernizacija poslovanja podrazumeva instalaciju savremenog DMS-a, odnosno ulaganje u odgovarajuću opremu za daljinski nadzor i upravljanje energetskim objektima, uspostavljanje komunikacionih veza za potrebe tehničkog i poslovnog informacionog i upravljačkog sistema, ugradnju računarske opreme i računarskih mreža, kao i instalaciju odgovarajućih softvera za većinu oblasti poslovanja distribucije.[6] OMS predstavlja deo DMS-a, i kao takav on je moćan alat za brzo i efikasno otklanjanje beznaponskih stanja u mreži. OMS se bavi prekidima napajanja, planskim i neplanskim, on pomaže dispečeru da na najoptimalniji način obavi sve potrebne korake i angažuje resurse potrebne za to.[7]

6. ZAKLJUČAK

Zašto pametne distributivne mreže? Trend je u svetu da se grade pametne mreže, kako prenosne tako i distributivne i za to su zainteresovani potrošači kao i distributivna preduzeća, prenosna preduzeća a posebno proizvođači opreme.

Pametne distributivne mreže razlikuju se od standardnih mreža jer smanjuju vrednost vršnog opterećenja, gubitke snage u mreži, smanjuju broj otkaza elemenata u mreži i vreme trajanja prekida, teže da što više iskoriste obnovljive izvore energije.

Prednost ovih mreža prikazali smo i kroz razvoj MATLAB programa za analizu tokova snaga u radialnoj mreži uzuticaj generatora i baterija kondezatora kao i mogućnost paralelnog rada ovih mreža čime povećavamo sigurnost i pouzdanost.

7. LITERATURA

- [1] <http://www.itsyoursmartgrid.com>
- [2] <http://www.oe.energy.gov>
- [3] Рене Пелиеье: “Энергетические системы” Москва, Высшая школа, 1982.
- [4] „Standardizing the Classification of Intelligence Levels and Performance of Electricity Supply Chains“, National Electrical Manufacturers Association Decembar, 2007.
- [5] Rochester Gas and Electric Corporation New York State Electric and Gas Company: „Advanced Metering Infrastructure Overview and Plan“, Februar 2007.
- [6] DMS Group: „DMS Software – Windows for Distribution Networks“, Jul 2007.
- [7] Y.Liu, N.N.Schulz: „Intelligent System Applications in Distribution Outage Managment“, str. 833-837, IEEE, 2002.

Kratka biografija:



Nikola Milošević rođen je u Mostaru 1987, završio je srednju elektrotehničku školu, smer elektroenergetika u Subotici. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva odbranio je 2010. godine.

Miroslav Nimrihter diplomirao je, magistrirao i doktorirao na ETF Beograd. Zaposlen je na FTN Novi Sad. Predaje predmete 'Elektrodistributivni sistemi' i 'Tehnika visokog napona', kao i 'Ne-determinističke metode' na doktorskim studijama

KONVERGENCIJA FIKSNE I MOBILNE TELEFONIJE

CONVERGENCE OF LAND AND MOBILE TELEPHONY

Sanja Dedijer, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je istorijski razvoj fiksne i mobilne telefonije, sa posebnim osvrtom na arhitekturu i način funkcionisanja tih sistema danas. Objašnjeni su razlozi konvergencije ovih tehnologija sa tehnologijama prenosa podataka (IP tehnologijama), kao i rezultati, tačnije prednosti koje je donela takva konvergencija. Poseban, ujedno i najobimniji deo rada opisuje konvergenciju mobilne i fiksne telefonije kroz platformu IMS-a (IP Multimedia Subsystem), kao logičan sled koji se nametnuo kao posledica ostvarivanja gotovo istih servisa preko dve odvojene mreže. Takođe je objašnjena arhitektura IMS tehnologije, mehanizmi rada ovog sistema, kao i pogodnosti koje pruža kako korisnicima, tako i telekom operatorima.

Abstract – This paper describes the historical development of land and mobile telephony, their architectures and mechanisms of working those systems today. Here are explained the reasons for convergence of these technologies with technologies for transfer data loads (so called IP technology), and positive sides of this convergence. Besides this one, the convergence of land and mobile telephony becomes a logical step for reuniting two separate networks (land and mobile) in one, which will provide same services to both kind of users. First platform, which successfully made this kind of convergence possible is IMS (IP Multimedia Subsystem). Features, architectures, mechanisms, services and conclusions about advantages of this platform are also described in this paper.

Ključne reči: PSTN, ISDN, GSM, GPRS, IMS

1. UVOD

Prenos informacija danas omogućavaju izuzetno razvijene telekomunikacije i IT (informacione tehnologije), ali i stalna konvergencija servisa koje nam one pružaju, konvergencija tehnologija koje koriste i njihovih poslovnih modela. Gledajući sa današnje tačke, razdvajanje servisa mobilne i fiksne telefonije, sistema za prenos podataka i mreža za prenos svih vrsta multimedijalnih servisa, postala je stvar prošlosti.

Inicijativu i prvu praktičnu primenu u konvergenciji svih servisa doneo je Internet.

Brz razvoj i ogromna potreba za Internetom nametnula je nužno prilagođavanje postojećih fiksnih telekomunikacionih sistema, u cilju konvergencije ka mrežama za prenos podataka.

NAPOMENA:

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

Ovakvu evoluciju telekom operatora i poboljšanje u kvalitetu pružanja postojećih, kao i uvođenje novih servisa omogućila je redizajnirana arhitektura postojećih telekomunikacionih sistema, koja je poznata kao prelazna arhitektura ka IMS-u (ili arhitektura NGN-a, Next Generation Network). Ova arhitektura nije značila zasebnu mrežu, niti tehnološku revoluciju, već se nametnula kao potreba i logična konvergencija postojećih mreža, koje bi sinergijom pružile više servisa korisnicima.

Kao logičan sled na ovu konvergenciju nametnula se i potreba za konvergencijom mobilnih i fiksnih mreža. Naime, isti operatori su pružali gotovo iste vrste servisa korisnicima, a da su pri tome koristili potpuno različite i razdvojene mreže. U cilju smanjenja komplikovanosti rada operatora, smanjenja troškova održavanja i rashoda kompanija, javila se logična težnja ka realizaciji sistema koji bi objedinio ove mreže u jednu. Prvi efikasan i realan odgovor na ovaj zahtev dao je IMS (IP Multimedia Subsystem), mrežna arhitektura izdata od strane 3GPP standardizacionog tela, koja je odgovorila na sve zahteve kojima se težilo [1].

2. PSTN (PUBLIC SWITCHED TELEPHONE NETWORK)

2.1. Razvoj PSTN-a

Prvi oblik komunikacije, koji je posredstvom električnih signala ostvaren između dve prostorno udaljene tačke, bila je govorna komunikacija. Klasična javna telefonska mreža, PSTN, konstantno se razvijala još od doba kada je 1876. godine Aleksandar Graham Bel (Alexander Graham Bell) uspostavio prvu govornu komunikaciju preko žice. Vremenom, ovaj jednostavni koncept, evoluirao je od jednosmernog prenosa govora, gde samo jedan govornik može da priča, do dvosmernog prenosa gde oba govornika mogu istovremeno da pričaju. U početku je sistem za povezivanje korisnika bio krajnje složen i neekonomičan, jer je svaki od korisnika bio povezan sa svim ostalim korisnicima sa kojima želi ostvariti komunikaciju. Kasnije je ovaj sistem unapređen uređajem koji se naziva telefonska centrala, koja je vršila prespajanje (komutaciju) telefonskih kanala i sa svakim od korisnika bila povezan jednom vezom. Ceo sistem prenosa nazivao se mreža i sastojao se od pristupnog dela (dela od korisnika do centrale) i prenosnog dela (između centrala). Mreža je u početku bila analogna i sistem prenosa je bio zasnovan na komutaciji kola (gde se za ostvarivanje bilo kog poziva prvo rezerviše kanal, a zatim se po kanalu ostvaruje prenos govora). Tehnika prenosa tadašnjih signala zasnivala se na FDM (Frequency Division Multiplexing) tehnici, tj. multipleksiranju (prenošenju više govornih kanala po jednom linku) sa frekvencijskom raspodelom [2].

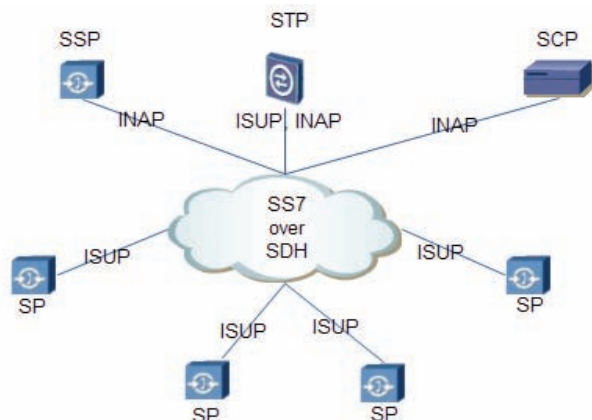
Razvoj digitalnih telekomunikacija i njegova primena na prenos govora, doveli su do promena i poboljšanja u postojećim mrežama za prenos govora. Govorni telefonski signal (300-3400 Hz) digitalizovan je odabiranjem učestanošću 8 kHz i kvantovan i kodovan sa 8 bita/odmerku, čime je dobijen digitalni telefonski kanal bitskog protoka 64 kbit/s.

Prethodni metod digitalizacije govornog signala poznat je pod nazivom impulsna kodna modulacija ili PCM (Pulse Code Modulation) i omogućio je razvoj nove tehnike multipleksiranja, TDM (Time Division Multiplexing), koja se pokazala daleko boljom i efikasnijom od FDM. 32 digitalna telefonska kanala (64 kbit/s) se vremenski multipleksiraju u tzv. E1 kanal (kapaciteta 2048 kbit/s), gde svaki kanal, svakih 125 μ s, dobije na raspolaganje po jedan vremenski slot trajanja 3.9 μ s za prenos odbirka kodovanog sa 8 bita. Dalje se E1 kanali multipleksiraju drugim tehnikama, u cilju ostvarivanja prenosa što većeg kapaciteta. U početku je to bila hijerarhija PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), da bi je posle zamenila mnogo bolja SDH (Synchronous Digital Hierarchy).

Razvoj digitalnog prenosa uzrokuje i razvoj digitalnih mreža, ISDN (Integrated Services Digital Network), koje pored kvalitetnijeg prenosa uvode i neke dodatne servise korisniku (identifikacija pozivajućeg broja, poziv na čekanju). Prvo su digitalizovane mreže između centrala, tj. komutacione mreže, dok pristupna mreža još uvek u potpunosti nije digitalizovana, što za posledicu ima i dalje prisutne analogne terminale, tzv. POTS-ove. Cela mreža se naziva PSTN mreža, u kojoj su se vremenom razdvojila transportna mreža (za prenos govora), signalizaciona mreža (za prenos signalizacije u cilju uspostavljanja veze), mreža za kontrolu i mreža za naplatu.

Sa stanovišta korisnika, najvažnije je uspešno ostvariti poziv, a da bi se u tome uspeo, neophodno je uspostaviti dobru signalizaciju. Signalizacija je, stoga, najvažnija sa stanovišta telekom operatora. Ona je prešla dug put od prvih PSTN sistema do danas. Danas se signalizacija za prenos govora obavlja po pridruženom kanalu i koristi se tzv. SS7 signalizacija (ista ova signalizacija na pristupnom delu mreže nosi naziv DSS1).

To znači da se signalizacija prenosi odvojenim putem od prenosa govora, što se pokazalo kao daleko efikasnije rešenje. SS7 signalizacija zapravo obuhvata mnoštvo protokola (MTP, SCCP, ASP, TCAP, TUP, ISUP, BISUP) koji se koriste za komunikaciju sa različitim delovima mreže. Arhitektura SS7 signalizacije prikazana je na slici 1.



Slika 1. Arhitektura SS7 signalizacije

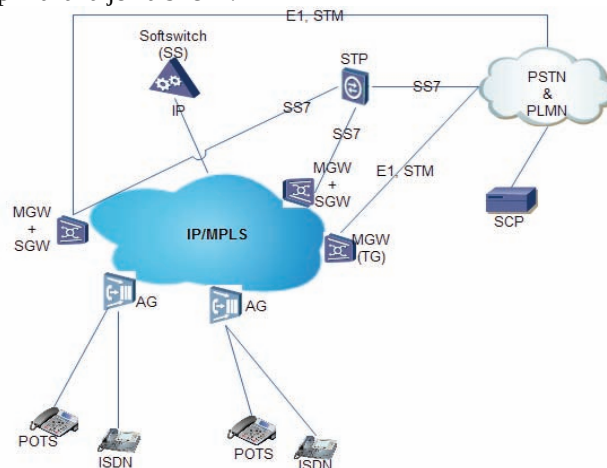
SP (Signaling Point) su tačke koje su pridružene svakom komutacionom čvoru (između kojih se komutira govor), a njihov rad kontroliše STP (Signaling Transfer Point). SSP (Service Switching Point) mogu biti pridružene svakom od SP-ova i služe za detektovanje inteligentnih zahteva od strane korisnika i za slanje tih zahteva do IN platforme, tj. SCP-a (Service Control Point) [2].

2.2. Uvođenje VoIP-a u PSTN mrežu

Poslednje decenije XX veka je obeležio brz razvoj mreža za prenos podataka koje se razlikuju od mreža za prenos govora. Naime, prenos podataka je zasnovan na komutaciji paketa (IP protokol), koja se realizuje podelom informacionog sadržaja na delove - pakete koji se od predajnika do odredišnog mesta šalju ili različitim ili istim putem (virtuelno kolo vs datagram). Kašnjenje, a često i gubljenje paketa su odlika ovih mreža, koje rade na principu „best effort“ prenosa. Međutim za rekonstrukciju podataka na prijemnoj strani ovakav prenos se pokazao kao prihvatljiv, što se sa druge strane ne bi moglo prihvatiti za prenos govora.

U tom periodu su, dakle, postojale dve odvojene mreže za prenos podataka (realizovane od strane datakom operatora) i govora (telekom operatori). Datakom operatori su, uvidevši daleko veći ostvareni profit telekom operatora, vremenom osetili potrebu za prenosom govora preko svojih mreža, što u početku nije bilo realno ostvariti IP protokolima, pa se težilo realizaciji efikasnijeg protokola. Paralelno, telekom operatori su osetili potrebu svojih korisnika za istovremenim prenosom podataka, tokom prenosa govora. Takođe je i dotadašnja mreža za prenos govora bila realizovana na takav način da je održavana i nadograđivana od strane jednog proizvođača (vendara), koji je na taj način ostvarivao monopol i diktirao uslove saradnje sa telekom operatorima. Sa obe strane se javila težnja za konvergencijom jednih mreža ka drugima, što je dovelo do stvaranja protokola, koji bi zadovoljili zahteve prenosa obe vrste informacija (govor i podaci). Na taj način je realizovan protokol za prenos govora preko IP mreže, VoIP-a (Voice over IP). Velika „utakmica“ velikog broja proizvođača VoIP-a dovela je do snižavanja cene ovog protokola, što je u velikoj meri doprinelo da VoIP zaživi u današnjim mrežama.

Uvođenje VoIP-a u postojeće PSTN mreže zahtevalo je izmene postojeće arhitekture. Arhitektura nove mreže prikazana je na slici 2.



Slika 2. Postojeća arhitektura u PSTN mrežama (nastala uvođenjem VoIP-a)

Promena u odnosu na postojeću PSTN mrežu desila se prvenstveno u jezgru mreže, u tzv. core mreži za prenos signalizacije i podataka, gde se sada nalazi IP/MPLS mreža. Višeprotokolna komutacija na osnovu labela (MultiProtocol Label Switching) predstavlja protokol koji radi na principu komutacije labela kako bi se ostvario određeni nivo kvaliteta servisa. Potreba za ovim protokolom proistekla je iz potrebe za sigurnijom komutacijom paketa koju zahteva PSTN a ne zadovoljava dotadašnji IP protokol stek. Ideja protokola je dodavanje kratke labele ispred zaglavlja IP paketa, koja sadrži informacije o tome koji je sledeći ruter, na putanji, kome treba proslediti paket.

Osnovna promena u arhitekturi fiksne mreže jeste uvođenje softswitching-a. Centralni element je softswitch koji vrši uspostavu i kontrolu poziva. Softswitch ima realizovane sve funkcionalnosti sa starih centrala, ali ima samo IP interfejs. U nekoj literaturi je označen kao MGC (Media Gateway Controler). Osnovni i dodatni servisi realizovani su u samom softswitch-u, a za neke posebne servise može se dodati aplikativni server. MGC ili softswitch upravlja MG-ovima (Media Gateway) preko MEGACO protokola. MG-ovi su uređaji interworking-a, tj. uređaji koji su neophodni za spajanje dve različito koncipirane mreže, mreže za prenos govora i mreže za prenos podataka. Sama reč gejtvaj odnosi se na element koji vrši sučeljavanje dva različita sistema, tj. konverziju iz jednog oblika u drugi. Njihova osnovna namena je konverzija signalizacije SS7, koja se koristi u PSTN mrežama, u odgovarajuće protokole IP mreže, MEGACO i SIGTRAN, i konverzija transportnog dela PSTN-a, odnosno medija u adekvatan protokol IP-a za prenos govora, a to je tzv. RTP (Real Time Protocol), jedan od protokola TCP/IP protokol steka namenjen za prenos govora.

Postoje dve vrste MG-ova. Prva vrsta, koja je u direktnoj vezi sa pretplatnicima, tzv. AG-ovi (Access Gateway), vrše konverziju signalizacije od ISDN pretplatnika u SIGTRAN, kojim se šalje signalizacija do MGC-a i konverziju signalizacije od POTS pretplatnika preko MEGACO protokola do MGC-a. Ovim putevima se samo zatvara signalizacija za uspostavljanje veze sa odgovarajućim gateway-om koji je zadužen za pozivajućeg korisnika, a nakon toga se medija zatvara između AG-a i tog gateway-a. Druga vrsta MG-ova su MGW-ovi (Media Gateway) + SGW-ovi (Signaling Gateway), postavljeni na sučeljavanju PSTN centrala i IP mreže, gde se prvo vrši konverzija signalizacije SS7 (iz PSTN mreže) u SIGTRAN, kojim se šalje signalizacija do MGC-a, a dalje do odgovarajućeg gateway-a, sa kojim treba ostvariti komunikaciju. Između tog gateway-a i MGW-a se nakon toga zatvara prenos medija. MGW ima ustvari funkciju konverzije medija na ulazu sa E1/STM prenosnika u RTP protokol, a na izlazu iz IP/MPLS mreže prema PSTN mreži, vrši se obrnut proces. [1]

3. RAZVOJ MOBILNE TELEFONIJE

3.1. Istorijski pregled razvoja

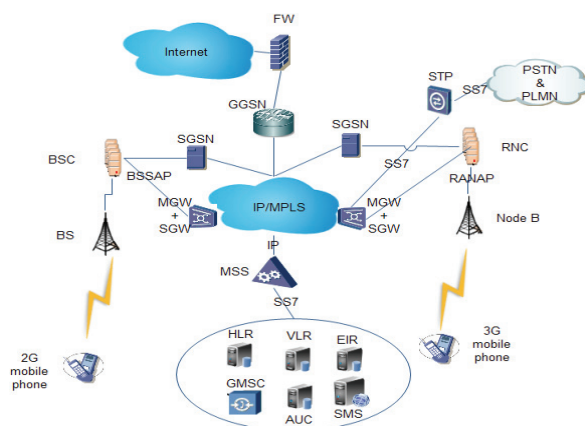
Mobilna telefonija se, usled brzog prihvatanja od strane korisnika, razvijala velikom brzinom. Prva generacija mobilnih telefona, tzv. NMT (Nordic Mobile Telephone) je bila analogna. Druga generacija mobilnih telefona, GSM (Global System for Mobile communications) zasnovana je na digitalnom prenosu. Unosi velika poboljšanja u kvalitetu prenosa, dometu i unosi tzv. roaming,

moćnost korišćenja mobilnih telefona i u drugoj („gostujućoj“) mreži. Glavni deo mreže čine dva bloka MSC (Media Switching Center) i VLR (Visited Location Register), koji kontrolišu komutaciju i informacije o trenutno dostupnim korisnicima u mreži. Te informacije su smeštene u VLR-u, dinamičkoj bazi podataka. HLR (Home Location Register) je statička baza podataka o korisnicima i servisima, koja zajedno sa AuC (Authentication Center) pothranjuje podatke o korisniku (IMEI, tj. broj uređaja, IMSI, broj SIM kartice). Ceo sistem je izdvojen na ćelije kojima upravljaju BS-ovi (Base Station), kontrolišući radio vezu za sve MS-ove (Mobile Station) u toj ćeliji. BSC-ovi (Base Station Center) upravljaju sa više BS-ova, a svi BSC-ovi su povezani na komutacioni centar. GSM uvodi i SMSC (Short Message System Center), za prenos tekstualnih poruka.

2.5 generacija mobilnih telefona prelazi na komutaciju paketa i uvodi IP backbone deo mreže, koji omogućava pristup Internetu. Za realizaciju ovog servisa uvode se dva nova čvora SGSN (Serving GPRS Support Node), koji vrši komutaciju paketa između MS-a i mobilne IP mreže i GGSN (Gateway GPRS support Node), koji se nalazi na granici mobilne IP mreže i Interneta. Treća generacija mobilnih telefona, donela je daleko veće protokole, i do 2 Mbit/s, tehnologijama širokopojasnog multipleksa. Danas je zahvaljujući tome moguće vršiti sve vrste multimedijalnih prenosa preko ove mreže [3].

3.2. Prelazna arhitektura ka IMS-u

Kao što je i kod fiksne telefonije došlo do uvođenja IP/MPLS tehnologije u jezgro mreže, isto je učinjeno i kod mobilne telefonije. Ova arhitektura, tzv. 3GPP Release 4, prikazana je na slici 3. Kao što je to bio slučaj i kod fiksne telefonije, i ovde su uvedeni gateway-i na sučeljavanju 2 različite mreže [1].



Slika 3. 3GPP Release 4 arhitektura za mobilnu telefoniju

4. IMS (IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM)

4.1. Nastanak IMS-a

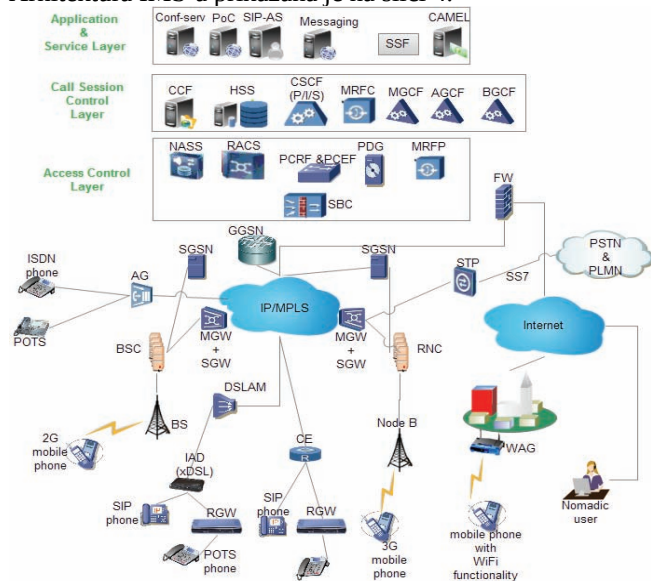
IMS predstavlja prvu i realnu osnovu za konvergenciju mobilne i fiksne mreže. Sa konvergencijom između fiksne i mobilne mreže telekomunikacioni operatori mogu pružiti servise korisnicima nezavisno od njihove lokacije, načina pristupa i tipa uređaja koji koriste. Razlozi koji su doveli do ove konvergencije su se nametnuli kao logičan sled, s obzirom na to da se putem obe mreže korisnicima pružaju gotovo isti servisi.

Takođe, jedan od razloga je bio i u cilju konačne standardizacije protokola za prenos, jer su kod različitih operatora korišćene različite verzije VoIP-a, što je često izazivalo greške u prenosu. Standardizacija tela koja su doprinela ovakvoj jedinstvenoj organizaciji i konvergenciji infrastruktura su 3GPP (koje se bavilo razvojem mobilne) i TISPAN (razvoj fiksne). IMS je ideja 3GPP-a, koja je kasnije prihvaćena od strane TISPAN-a, uz uvođenje i realizaciju dela za fiksnu telefoniju. [4]

IMS omogućava svaki oblik interaktivne komunikacije, tj. sesije, a protokol koji se koristi u ovoj arhitekturi je SIP protokol (koji može da podrži sve vrste medija). To nije već postojeći SIP protokola, već unapređena verzija, modifikovana u cilju povećanja sigurnosti.

4.2. Arhitektura IMS-a

Arhitektura IMS-a prikazana je na slici 4.



Slika 4. Arhitektura IMS-a, zajedno sa pristupnom mrežom za sve vrste korisnika

Aplikacioni sloj se sastoji od više servera koji opslužuju različite zahteve korisnika. U pristupnom sloju SBC služi za prihvatanje zahteva od korisnika, vodi računa o bezbednosti, očuvanju kvaliteta servisa QoS i kontroli servisa koji su dozvoljeni svakom od korisnika. NASS, tj. NACF i CLF, služe za dodeljivanje IP adrese i porta uređaju, dok RACS tj. A-RACK i S-PDF, a služi za kontrolu resursa. Procesor koji omogućava rad ovih blokova je MRFP.

Najvažniji deo na celoj, tzv. IMS platformi, je kontrola sesije, sa glavnim delom CSCF-om. Funkcije kontrole sesije su distribuirane, a ne centralizovane, raspoređene kroz celu mrežu. Mreža je sigurnija, lakše proširivom i efikasnijom. Tri entiteta su odgovorna za kontrolu sesije: P-CSCF, I-CSCF i S-CSCF. P-CSCF predstavlja prvu pristupnu tačku u IMS i kroz nju prolazi signalizacioni saobraćaj. Prilikom aktiviranja pretplatničkog uređaja P-CSCF ima važnu ulogu u registraciji i uspostavljanju sesije. Takođe pamti odgovarajuće S-CSCF-ove na koje je uređaj povezan i predstavlja prvu barijeru zlonamernim pokušajima ulaska u IMS. Vršiti i kompresiju SIP poruka. I-CSCF služi kao gateway u svaki deo IMS mreže. I-CSCF obezbeđuje ime sledećeg hoda, dodeljuje S-CSCF na osnovu informacija primljenih od HSS-a i vrši rutiranje do istog, a istovremeno i krije informacije od drugih operatora. S-CSCF je središnji deo ili žična tačka IMS-a.

Zajedno sa HSS-om, u kome se nalaze identiteti korisnika (javni i privatni) i informacije o dostupnim servisima, S-CSCF je zadužen za registracione procese. S-CSCF donosi i odluke prilikom rutiranja i prima sve sesije. S-CSCF pamti sledeće podatke vezane za jednog korisnika: HSS adresu (tj. adresu baze podataka), korisnički profil, adresu P-CSCF-a (ulazne tačke prilikom registracije), P-CSCF domen (u slučajevima kada uređaj pristupa preko druge mreže), javni i privatni identitet korisnika i IP adresu korisnika. MGCF Media Gateway Control Function omogućava funkcije gateway-a između SS7 i IP/SIP protokola i uspostavlja konekciju sa PSTN mrežom, dok je BGCF Breakout Gateway Control Function je gateway sa mrežom drugog provajdera. Ceo sistem je povezan sa delom za obračunavanje naplate, tzv. billing centrom. Novi korisnički servisi koje uvodi IMS su: prisustvo, messaging, PoC, IP centrex [1].

4.3. Pristupni deo mreže

Pre nego pristupe IMS platformi, svaki od uređaja prvo dobija IP adresu i port po kome pristupa (NACF, CLF). Zatim se uređaj konfiguriše i nakon toga registruje. Svrha registracije uređaja je prijavljivanje sistemu da je korisnik prisutan, evidentiranje korisnika od strane P-CSCF-a, S-CSCF-a i HSS-a i mapiranje između IP adrese i javnog identiteta korisnika. Nakon toga korisnik može da obavlja bilo koji oblik sesije na koji je pretplaćen [1].

Sa slike 4 vidi se da je preko iste platforme, istim servisima, obezbeđen pristup različitim korisnicima: fiksnim (POTS, ISDN), mobilnim (koji u ovom slučaju imaju poboljšanje rominga, jer se nakon registrovanja korisnika na P-CSCF-u u gostujućoj mreži, svi zahtevi prosleđuju i ostvaruju preko domaće mreže, domaćeg I-CSCF-a), korisnicima koji imaju WLAN pristup, i tzv. nomadskim korisnicima (konektovanim preko Interneta).

5. ZAKLJUČAK

Konvergencija fiksnih i mobilnih mreža je trend koji se ne dešava kao rezultat volje provajdera telekomunikacionih usluga, nego kao nužnost nametnuta uslovima na globalnom telekomunikacionom tržištu. Ona predstavlja pokušaj borbe sitnih provajdera da smanje opadanje godišnjih prihoda (10%) i zauzmu svoju poziciju u svetu telekomunikacija.

6. LITERATURA

- [1] Travis Russell: "The IP Multimedia Subsystem (IMS), The McGraw-Hill Companies, pp. 11 – 49, 2008.
- [2] D. Nemec, D. Vukobratović, V. Cmojević, Č. Stefanović: "Tehnologija VoIP sistema", *FTN Novi Sad*, pp. 13 – 35; 149 – 157; 286 - 294, 2006.
- [3] R. Stefanović, "Osnovne karakteristike mobilnih sistema treće generacije i trendovi daljeg razvoja" *Vojnotehnički glasnik*, 2008.
- [4] www.wikipedia.org

Kratka biografija:



Sanja Dedijer rođena je u Trebinju 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacije odbranila je 2010. god.

ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ПРИКЉУЧЕЊА ВЕТРОЕЛЕКТРАНА НА ЕЛЕКТРИЧНУ МРЕЖУ**TECHNICAL SPECIFICATIONS FOR CONNECTING WIND FARMS TO THE POWER GRID**

Милан Денић, 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 разним европским земљама. Разматрано је како је најбоље и најисплативије управљати ветроелектраном, односно како електроенергетски систем (ЕЕС) утиче на рад и производњу ветроелектране и обрнуто. Дискутован је квалитет електричне енергије добијене из ветроелектране. На крају је описан начин комуницирања ветроелектране са ЕЕС-ом и процедура почетног тестирања погона ветроелектране.

Abstract – The subject of this paper is the review of technical specifications for the connection of wind farms to the power grid. The covered topics are connecting conditions in various European countries. It was considered what is the best and most cost-effective way of managing a wind farm, and also how the power system affects the wind farm and vice versa. The issues of quality of electricity produced from wind farms were also considered in this paper. The method of communication between a wind farm and the power system, and procedure for initial test drive of the wind farm was described at the end.

Кључне речи: Ветроелектране, услови прикључења, електро-енергетски систем.

1. УВОД

Сврха техничких услова за прикључење је очување најбитнијих својстава погона електроенергетског система (ЕЕС) попут сигурности напајања, поузданости, квалитета испоручене електричне енергије, и друго. Све значајним уделом у производњи електричне енергије, расте и утицај ветроелектрана на основна својства ЕЕС-а, па у ту сврху је потребно изградити посебне техничке критеријуме за прикључење ветроелектрана на електричну мрежу.

Сагледавањем различитих техничких услова у европским земљама препозната су главна подручја, које технички критеријуми требају задовољити у циљу квалитетне интеграције ветроелектрана у ЕЕС [1]. То су:

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији је ментор био проф. др Владимир Катић.

1. Регулација фреквенције и управљање активном снагом.
2. Регулација напона и компензација реактивне снаге.
3. Понашање ветроелектране при квару.
4. Квалитет електричне енергије добијене из ветроелектране.
5. Комуникација ветроелектране и ЕЕС-а
6. Тестирање почетног погона ветроелектране.

У раду ће бити детаљније представљени ови технички услови у складу са искуствима у више европских земаља.

2. УОПШТЕНО О ВЕТРОЕЛЕКТРАНАМА

Ветар поседује одређену количину кинетичке енергије, чији је квалитативни показатељ брзина ветра. У изворном облику, ова енергија није погодна за директно конвертовање у електричну енергију, па је потребно да се та енергију преведе у механичку енергију обртних маса, за шта служе турбине на ветар. Мултипликатором се брзина турбине прилагођава потребама електричног генератора, који врши конверзију у електричну енергију. За оптимално прикључење и добијање максималне снаге, добијена електрична енергија се додатно процесуира помоћу енергетских електронских претварача [2, 9].

3. РЕГУЛАЦИЈА ФРЕКВЕНЦИЈЕ И УПРАВЉАЊЕ АКТИВНОМ СНАГОМ

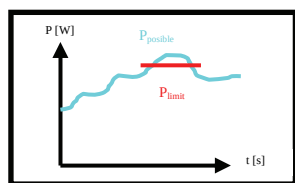
Постоји неколико главних захтева који се постављају при прикључењу ветроелектране на ЕЕС, а који се односе на фреквенцију и активну снагу:

1. прихватљив распон фреквенција у ЕЕС-у током нормалних и поремећених услова рада,
2. карактеристике у целом распону фреквенција ЕЕС,
3. учешће ветроелектране у регулацији фреквенције и управљању активном снагом,
4. брзина промене снаге производње ветроелектране,
5. осигуравање резерве снаге.

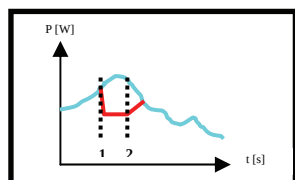
Начин рада и управљања активном снагом приказани су на сликама 1-4. Приказани су случајеви лимитирања излазне активне снаге (слика 1), управљања равнотежом активне снаге (слика 2), управљање брзином промене активне снаге (слика 3) и делта управљачки блок (слика 4).

Управљање фреквенцијом је кључна карактеристика сваког ЕЕС-а и услов стабилности. Развијена су разна

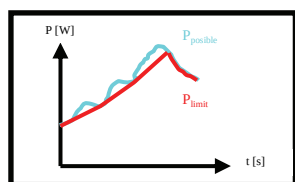
решења, где је кључна разлика у начину рада када фреквенција одступа ван граница толеранције ($\pm 1\%$ или $\pm 0,5\%$). На слици 5 представљен је преглед радних фреквенција у неким европским земљама која су наметнута захтевима мреже (Grid Code) [3]. Види се да је регулативом покривен опсег од 47 – 54 Hz, с тим да је основни опсег континуалне регулације између 48 – 51 Hz. Овако широко постављене границе дају ветроелектранама одређену флексибилност у раду и могућност превазилажења краткотрајних осцилација у снази ветра.



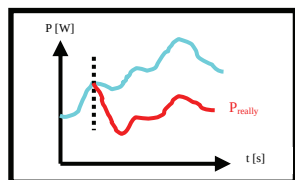
Слика 1. Лимитирање излазне активне снаге



Слика 2. Управљање равнотежом активне снаге



Слика 3. Управљање брзином промене снаге



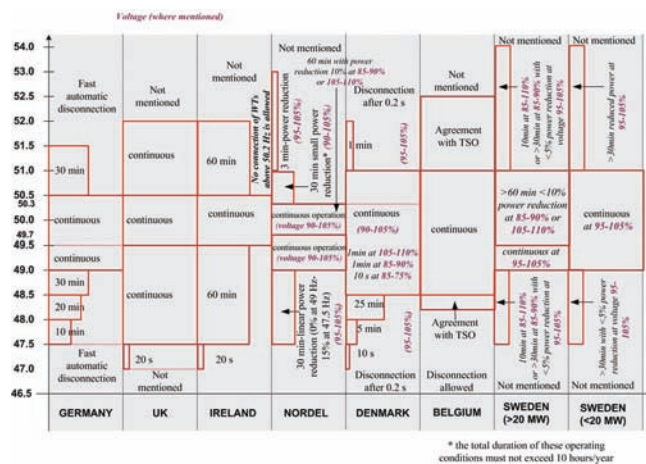
Слика 4. Делта управљачки блок

4. РЕГУЛАЦИЈА НАПОНА И КОМПЕНЗАЦИЈА РЕАКТИВНЕ СНАГЕ

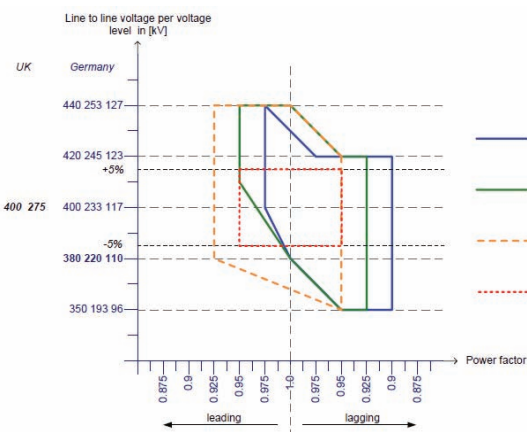
Напон у ЕЕС-у никад није константан у чвориштима мреже већ је променљив од чворишта до чворишта те од једног временског тренутка до другог због промене производње, оптерећења и уклопног стања елемената система. Уколико се равнотежа реактивне снаге одржава у сваком чвору система тада износ напона остаје стабилан те се налази унутар прихватљивих граница. Систем може постати нестабилан ако поремећај, повећање оптерећења или нека друга промена услова у систему проузрокује прогресивни и неуправљив пропад износа напона. Немогућност система да намираи потражњу за реактивном снагом проузроковаће нестабилност напона и повећати ризик од настанка слома система.

У зависности од величине ветроелектране, односно од њене инсталисане снаге, прикључење се врши на преносни или дистрибутивни систем. Ветроелектране

већих снага ($P > 10 \text{ MW}$) се прикључују директно на преносни систем ($U_n \geq 110 \text{ kV}$), док се ветроелектране мањих снага ($P \leq 10 \text{ MW}$) прикључују на средње-напонски систем ($U_n = 35, 20$ или 10 kV) [1]. На слици 6 је приказан однос напона у чвориштима прикључења и фактора снаге за преносни систем (400 kV), који важе у Немачкој и Великој Британији, с тим да ови захтеви подразумевају да су активна снага и фреквенција у оквиру дозвољеног распона.



Слика 5. Преглед опсега радних фреквенција за поједине европске земље [3]



Слика 6. Однос фактора снаге и напона, за ВН систем у прописима Немачке и В.Британије [4].

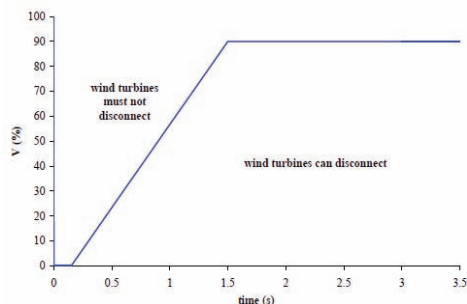
5. ПОНАШАЊЕ ВЕТРОЕЛЕКТРАНЕ ПРИ КВАРУ

Способност пролаза кроз стање кvara има врло озбиљне последице по сигурност система те тиме и на прихватљив ниво пенетрације ветроелектрана. Током поремећаја оператор система зависан је од генераторских јединица, које су прикључене на систем и које воде погон у циљу поновног успостављања нормалног стања. Искључење производних извора у случају кvara у систему може довести до локалних и/или широко распрострањених напонских проблема, те до проблема са квалитетом електричне енергије, односно у екстремним случајевима и до слома система.

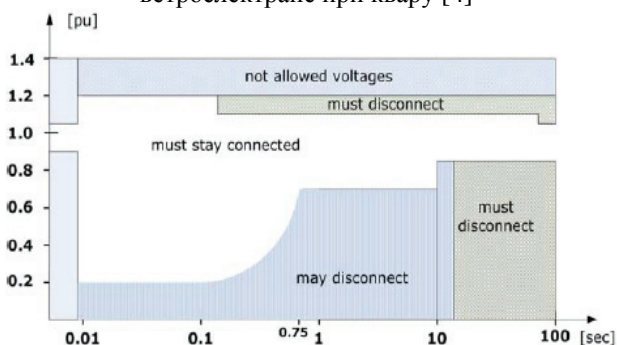
При планирању и вођењу погона система оператори система уобичајено ограничавају највећи износ

активне снаге производње, који је могуће нагло изгубити, а да при томе систем и надаље задржи стабилност погона. ЕЕС се стога пројектује и води на начин да било који очекивани поремећај не узрокује искључење активне снаге производње, које би било веће од претходно дефинисаног износа. Обзиром да поремећаји могу довести до великог смањења износа напона (на месту квара и нулта вредност), сви околни производни извори „виде“ краткотрајни пропад напона у зависности од удаљености од места квара. Док синхрони генератори имају инхерентну способност пролаза кроз прелазна стања квара, неке врсте асинхроних генератора могу при томе бити искључени из система.

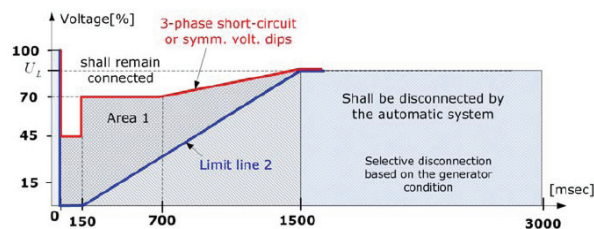
Последице неспособности пролаза кроз стање квара резултирају са неким негативним и непожељним појавама, као што су: повећање ризика искључења већег броја потрошача, повећање трошкова уравнотежења система због потребе за додатним фреквенцијским одзивом, рестрикције изградње ветропаркова у неким географским подручјима и сл. Типична крива која представља понашање ветроелектране у случају квара у систему приказана је на слици 7. Види се да ветроелектрана у случају пропада напона (различитих интензитета) мора да остане у погону, ако је трајање пропада до 1,5s. Међутим, у раду ЕЕС-а се јављају различите ситуације, па је у пракси ова крива знатно сложенија. У Данској је опсег обавезног прикључења проширен на временски интервал од 10s за ветроелектране које се прикључују на напонски ниво нижи од 100 kV. На слици 8 је приказан дански захтев прикључења [5]. Немачки захтеви проласка ветроелектране кроз квар су дати на слици 9 [7]. Они су слични основним (слика 7), али се разликује случај 3-фазног кратког споја (који је ређи у пракси).



Слика 7. Типична крива која приказује понашање ветроелектране при квару [4]



Слика 8 - Дански захтеви за искључење ветротурбина у случају поремећаја напона [6]



Слика 9 - Напонски лимити за искључење ветрогенератора у случају квара – Немачка (E.ON) [6].

6. КВАЛИТЕТ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ ДОБИЈЕНЕ ИЗ ВЕТРОЕЛЕКТРАНЕ

Савршен квалитет испоруке електричне енергије значи њену испоруку у условима када је напон континуалан и синусоидалан уз константу амплитуду и фреквенцију. Најчешће се квалитет описује обзиром на напон, фреквенцију и учесталост прекида испоруке. Квалитет напона ветрогенератора мора задовољити захтеве постављене стандардима IEC 61400-21 [8]. У њима се поремећаји напона деле на емисије фликера, флукутације напона и хармонијска изобличења. Понекад се повезују и са интерференцијом са телекомуникационим водовима и опремом за даљинске склопне операције. Прикључење ветроелектрана на систем може узроковати настанак флукутација напона због неколико разлога. Ињектирана снага ветротурбинских генератора променљива је и зависи од брзине ветра, а присутан је и фликер због ефекта сенке. У табели 1 је приказано поређења европских оператера обзиром на дозвољену појаву фликера.

Табела 1. - Поређење лимита европских оператера за фликере напона [9]

Лимит напонског фликера	Оператер система и напонски ниво
$P_{st} < 0.3$	Данска – Eltra (за напон изнад 110 kV)
$P_{st} < 0.7$	Норвешка – Sinterf (за напон испод и изнад 110 kV)
$P_{st} < 0.35$	Шведска – AMP (за напон испод 110 kV)
$P_{lt} < 0.25$	Данска – Eltra (за напон изнад 110 kV)
$P_{lt} < 0.25$	Данска – DEFU 111 (за напон испод 110 kV)
$P_{lt} < 0.25$	Шведска – AMP (за напон испод 110 kV)
$P_{lt} \leq 0.46$	Немачка – VDEW (за напон испод 110 kV)
$P_{lt} \leq 0.5$	Данска – DEFU 111 (за напон испод 110 kV)
$P_{lt} \leq 0.5$	Данска – Eltra и Elkraft (10-20 kV)
$P_{lt} \leq 0.35$	Данска – Eltra и Elkraft (50-60 kV)
$P_{lt} \leq 0.5$	Норвешка – Sinterf (за напон испод и изнад 110 kV)

7. КОМУНИКАЦИЈА ВЕТРОЕЛЕКТРАНЕ И ЕЕС-а

Систем комуникације у/из ветроелектране треба извести за сваку појединачну ветроелектрану. Власник

ветроелектране одговоран је за слање сигнала неопходних за вођење погона ЕЕС-а. Поред активне и реактивне снаге могу се захтевати и други сигнали, попут статуса ветроелектране и брзине ветра. Главни захтеви везани за сигнале, комуникацију и управљање ветроелектраном су: информацијски сигнали из ветроелектране према систему, управљачки сигнали из система према ветроелектрани, предвиђање активне снаге производње. У циљу очувања сигурности и поузданости вођења погона, оператор система захтева следеће индикацијске и мерне статусе ветроелектране: стање, расположивост, излазна снага, склопне операције и метеоролошке податке (у сврху предвиђања брзине ветра).

8. ТЕСТИРАЊЕ ПОЧЕТНОГ ПОГОНА ВЕТРОЕЛЕКТРАНЕ

Тестирање погона ветроелектране морају бити уређена правилима, чиме се доприноси бољем познавању услова уласка ветроелектране у пуни погон. Од сваке се ветроелектране тражи извођење потпуне серије тестова у циљу доказивања складности са мрежним правилима за ветроелектране. При томе је могуће поставити различите критеријуме обзиром на величину ветроелектране. Тестирања се могу изводити на појединачним ветротурбинама или на целој ветроелектрани, у зависности шта више одговара потребама тестирања. Оператор ветроелектране прима од оператора система одобрење ограничене трајности за стављање ветроелектране под напон, које представља условну дозволу за извођење поступка пуштања ветроелектране у погон. Безусловна дозвола издаје се након испуњавања свих постављених захтева, укључујући успешно извођење тестова према мрежним правилима за ветроелектране.

Након првог стављања ветроелектране под напон, оператор система проверава шеме система заштите. Ова се провера изводи и у стању минималног оптерећења ветроелектране, које дефинише оператор система. Оператеру ветроелектране се након тога дозвољава вођење погона ветроелектране у оквиру система у сврху провере задовољавања критеријума постављених на ветротурбинске генераторе и различите системе управљања. На крају је оператер ветроелектране дужан да поднесе извештај о тестирању.

9. ЗАКЉУЧАК

У овом раду су описана мрежна правила које је потребно поштовати како би се ветроелектрана могла без проблема прикључити на ЕЕС. Мрежна правила у свом општем делу између осталог дефинишу техничке обавезе генератора прикључених на електроенергетски систем. Та правила су дефинисана обзиром на доминантну врсту генератора у систему, а то су синхрони генератори који се користе у великим термоелектранама и хидроелектранама. Ветро-генератори се значајно разликују од класичних генератора с обзиром на њихово понашање у неколико техничких подручја. То доводи до различитих ставова оператера и планера система, шта ветроелектране могу, не могу и смеју чинити. На превазилажењу ових проблема нај-

значајнију улогу имају мрежних правила за ветроелектране (Wind Grid Code). У Србији још увек нема изграђених ветроелектрана, па се поменута решења тек очекују.

10. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Нијаз Диздаревић, "Критерији прикључења вјетроелектрана као дисперзивних извора на пријеносну мрежу", Енергетски институт Хрвоје Пожар, Загреб, 2004
- [2] В. Катић, И. Капетановић, В. Фуштић, „Обновљиви извори електричне енергије“, TEMPUS-CEFES, ФТН, Нови Сад, Јун 2007.
- [3] M.Tsili, "Grid code requirements for large wind farms: a review of technical regulations and available wind turbine technologies", National technical university of Athens, http://users.ntua.gr/stpapat/Paper_2.72.pdf
- [4] Gianluca Fulli, Ana Roxana Ciupuliga, "Review of existing methods for transmission planning and for grid connection of wind power plants", 15.06.2009, http://realisegrid.erse-web.it/content/files/File/Publications%20and%20results/Deliverable_REALISEGRID_3.1.1.pdf
- [5] Denmark wind grid code, www.energienet.dk
- [6] F.Lov, A.D.Hanseb, "Mapping of grid faults and grid codes", Technical University of Denmark, July 2007
- [7] E.ON-Netz-Grid code, High and extra high voltage, <http://www.frontwind.com/Analysis%20of%20the%20requirements%20in%20selected%20Grid%20Codes.pdf>
- [8] IEC 61400-21, "Wind Turbines - Part 21 Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines", IEC, Geneve, 2001.
- [9] T.Ackermann, "Wind Power in Power Systems", Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, <http://www.scribd.com/>

Кратка биографија:



ДЕНИЋ МИЛАН

Милан Денић рођен у Београду 1987. год. Дипломски - Мастер рад на Факултету техничких наука у Новом Саду из области електротехнике и рачунарства, енергетска електроника и електричне машине одбранио је децембра 2010 год.



Владимир Катић је докторирао на Универзитету у Београду 1991. Редовни професор Факултета техничких наука у Новом Саду је од 2002. за област Енергетска електроника, машине и погони. Продекан је ФТН-а и шеф Катедре за енергетску електронику и претвараче. Области интересовања су енергетска електроника, квалитет електричне енергије и обновљиви извори електричне енергије.

AKUSTIČKI METAMATERIJALI ACOUSTIC METAMATERIALS

Norbert Čeljuska, Vesna Crnojević-Bengin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu su dati inicijalni rezultati u novoj multidisciplinarnoj oblasti primene metamaterijala u akustičnim i mehaničkim sistemima. U radu se koristi znanje o elektromagnetnim metamaterijalima i analogije između mehaničkih i električnih veličina kao i zakoni prostiranja mehaničkog talasa u metamaterijalima. Ova oblast ima izuzetno veliki potencijal, kako za naučna istraživanja, tako i za konkretne primene npr. potiskivanje mehaničkih vibracija koje se prenose preko grede, akustički cloacking... Ovaj rad je ograničen, bavi se samo jednom vrstom mehaničkih talasa, tj. samo sa longitudinalnim mehaničkim talasima u vazduhu, zvanim i akustični talasi (zvuk). Kao ilustracija, u radu su prikazani projektovanje i simulacioni rezultati akustično dvostruko-negativnog metamaterijala, u programskom paketu COMSOL Multiphysics ver. 4.0.

Abstract – This paper presents the initial results in a new multidisciplinary field of application of metamaterials in the acoustic and mechanical systems. The knowledge of electromagnetic metamaterials and analogies between mechanical and electrical quantities are used, as well as the laws of propagation of mechanical waves in metamaterials. This area has great potential, both for scientific research, as well as for specific application (e.g. suppression of vibrations that are transmitted across beams, acoustic cloacking...). This work is restricted and deals with only one type of mechanical wave, i.e. only the longitudinal mechanical waves in the air, called the acoustic waves (sound). As an illustration, this paper presents the design and simulation results of acoustic double-negative metamaterials, the software package COMSOL Multiphysics ver. 4.0.

1. UVOD

Akustički metamaterijali su veštački napravljeni materijali, koji su zasnovani na teoriji pronalaženja metamaterijala u elektromagnetnom polju. Realizuju se pomoću periodične jedinične ćelije, koja je mnogo manja od primenjene talasne dužine. Na taj način možemo modifikovati efektivne parametre u posmatranoj homogenoj strukturi. Kod elektromagnetnog talasa ovi parametri su dielektrična konstanta (ϵ) i magnetska permeabilnost (μ), dok je ponašanje akustičkog talasa u većini slučajeva određeno gustinom materijala (ρ) i zapreminskim modulom (B) materijala.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bila dr Vesna Crnojević-Bengin, profesor.

2. AKUSTIČKI CRLH VOD

Uobičajeno je da se akustički sklopovi predstavljaju električnim šemama sa grafičkim simbolima koji se koriste u elektrotehnici. Akustički sklopovi i sistemi se u osnovi sastoje od vazдушnih komora međusobno povezanim cevima, otvorima ili prerezima. Komponente akustičkog sistema su [1]:

- akustička masa m_a [kg m^{-4}] - može se modelovati pomoću cevi u nekom akustičkom sistemu.
- akustički kapacitet (acoustic compliance) C_a [$\text{m}^4 \text{s}^2 \text{kg}^{-1}$] - mogu se modelovati komorama, koje se ponašaju kao opruge u mehanici ili kondenzatori u elektrotehnici.
- akustička otpornost R_a [N s m^{-5}].

Akustička masa je definisan kao:

$$m_a = \frac{\rho l}{S} \quad (1)$$

Po impedans analogiji akustička masa je analogna sa električnom induktivnošću ($m_a \leftrightarrow L$) i njegova akustička impedansa u slučaju prostoperiodične promene p (pritisk) i q (protok) je:

$$Z_m = j\omega m_a \quad (2)$$

Akustički kapacitet je definisan kao:

$$C_a = \frac{V}{\rho c^2} \quad (4)$$

Po impedans analogiji akustički kapacitet analogan sa električnom kapacitivnošću ($C_a \leftrightarrow C$) i njegova akustička impedansa u slučaju prostoperiodične promene p i q je:

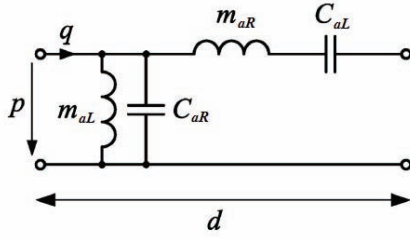
$$Z_C = \frac{1}{j\omega C_a} \quad (5)$$

Akustičkom otpornošću R_a se modeluju gubici u sistemu, npr. viskozna trenja. Akustički otpornost je analogan sa električnom otpornošću ($R_a \leftrightarrow R$) i njegova akustička impedansa je:

$$Z_R = R_a \quad (6)$$

Jedan pristup realizacije elektromagnetnih metamaterijala je projektovanje korišćenjem teorije vodova. Ako se uzmu analogije između električnih i akustičkih veličina i analogije između akustičkih i električnih vodova [2], mogu se definisati akustički CRLH vodovi, koji će biti analogni sa električnim CRLH vodovima [3], [4]. Ekvivalentno kolo kratke sekcije akustičkog CRLH voda bez gubitaka je prikazano na slici 1.

Ukoliko se akustička impedansa definiše kao odnos akustičkog pritiska i zapreminskog protoka, a akustička admitansa je recipročna vrednost akustičke impedanse, tada se podužna akustička impedansa i podužna akustička admitansa akustičkog CRLH voda mogu definisati kao:



Slika 1. Ekvivalentno kolo kratke sekcije akustičkog CRLH voda [4]

$$Z'_a(\omega) = j \left(\omega m'_{aR} - \frac{1}{\omega C'_{aL}} \right) \quad (7)$$

$$Y'_a(\omega) = j \left(\omega C'_{aR} - \frac{1}{\omega m'_{aL}} \right) \quad (8)$$

Ako smatramo da je d dosta manje od talasne dužine, možemo napraviti isto što je napravio Itoh kod električnih vodova [3], može se definisati efektivna vrednost gustine i zapreminski modul voda.

$$\rho_{eff} = \frac{Z'_a(\omega)}{j\omega} \cdot S = \left(m'_{aR} - \frac{1}{\omega^2 C'_{aL}} \right) \cdot S \quad (9)$$

$$B_{eff}^{-1} = \frac{Y'_a(\omega)}{j\omega} \cdot \frac{1}{S} = \left(C'_{aR} - \frac{1}{\omega^2 m'_{aL}} \right) \cdot \frac{1}{S} \quad (10)$$

Iz jednačine (9) i (10) mogu se odrediti dve rezonantne učestanosti ω_1 i ω_2 , i može se reći da je ρ_{eff} ispod ω_1 , a B_{eff} ispod ω_2 manje od nule.

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{m'_{aR} C'_{aL}}} \quad (11)$$

$$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{m'_{aL} C'_{aR}}} \quad (12)$$

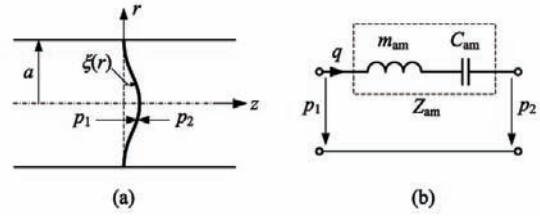
U opsegu učestanosti gde su oba parametra metamaterijala manja od nule, talasni broj je realan i negativan, što znači da ima prostiranja u ovom opsegu, i struktura se ponaša kao LH metamaterijal. U opsegu učestanosti gde je samo jedan od parametara manji od nule talasni broj je imaginaran i nema prostiranja u tom opsegu. U opsegu gde su oba pozitivna, talasni broj je realan i pozitivan (RH) i u ovom opsegu ima prostiranja.

2.1. Realizacija akustičkih CRLH voda

Kako bi se realizovao akustički CRLH vod, potrebno je naći način da se realizuje redni akustički kapacitet i paralelna akustička masa.

Samo akustičkim komponentama se ne može napraviti redni akustički kapacitet, ali se može napraviti korišćenjem mehaničkih komponenti i korišćenjem analogije između akustičkih i mehaničkih komponenti [2]. Mehanička komponenta sa kojom možemo napraviti redni kapacitet je membrana.

Na slici 2 je prikazana membrana i ekvivalentno akustičko kolo.



Slika 2. Membrana i njeno ekvivalentno akustičko kolo

Membrana se može modelovati kao redna veza akustičke mase (masa membrane) i akustičkog kapaciteta (elastičnost membrane). Vrednosti akustičke komponente može se izračunati pomoću formule iz [4]:

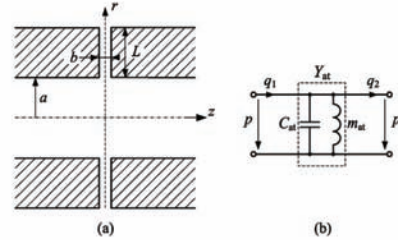
$$m_{am} = 1.883 \frac{\rho_m}{\pi a^2} \quad (13)$$

$$C_{am} = \frac{\pi a^6}{196.51D} \quad (14)$$

gde je h debljina membrane, ρ_m je gustina materijala od kog je napravljena membrana, a je poluprečnik membrane (cevi), a D je definisano po formuli:

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} \quad (15)$$

gde je E Jangov modul, a ν je Poasonov koeficijent materijala od kojeg je membrana napravljena. Paralelna akustička masa može se realizovati ako se napravi otvor na cevi, kao na slici 3.



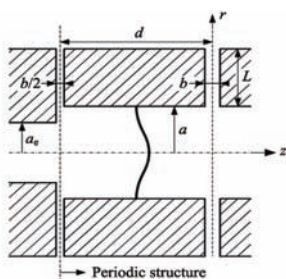
Slika 3. Otvor na cevi i njegovo ekvivalentno akustičko kolo

Dužina otvora je mnogo veća od njegovog prečnika, te se zbog toga kapacitivni efekat otvora javlja samo na visokim učestanostima. U opštem slučaju otvor se modeluje kao paralelna veza akustičke mase i akustičkog kapaciteta. Akustička impedansa strukture se može uzeti kao čista akustička masa koja se računa po formuli iz [4].

$$m_{at} = \frac{\rho}{2\pi b} \ln \left(1 + \frac{L}{a} \right) \quad (16)$$

U slučaju visoke učestanosti se ne može zanemariti akustički kapacitet otvora i impedansa je složenija [4]. Kao kombinacija ovih elemenata može se napraviti akustički CRLH vod (Slika 4).

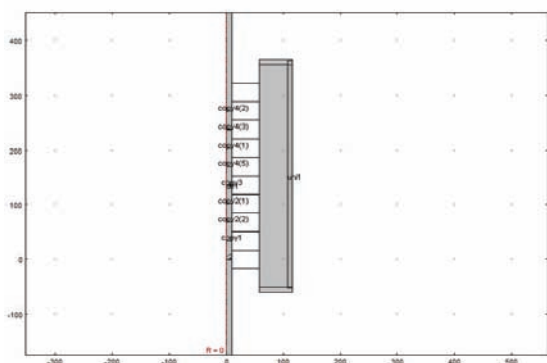
Redna akustička masa m_{aR} je jednaka zbiru akustičke mase samog talasovoda i akustičke mase membrane. Paralelna vrednost akustičke mase m_{aL} je jednaka paralelnoj akustičkoj masi otvora. Paralelni akustički kapacitet C_{aR} je jednak zbiru akustičkog kapaciteta samog voda i akustičke kapacitivnosti otvora. Redni akustički kapacitet C_{aL} je jednak akustičkoj kapacitivnosti membrane.



Slika 4. Realizacija akustičkog CRLH voda kao kombinacija membrana i otvora na cevi

3. SIMULACIJE AKUSTIČKIH CRLH VODA

Simulacije su izvršene u *COMSOL Multiphysics 4.0* programu [5]. *COMSOL* je sposoban da analizira probleme koji pod sobom obuhvataju interakciju više domena. U *COMSOL*-u fizika je podeljen na osam modula, imamo mogućnost da te fizičke module koristimo odvojeno, ali postoji i mogućnost da se ti moduli povežu i naprave multidisciplinarne simulacije. U ovom radu korišćeni su *Acoustic* i *Structural Mechanics Module*. Simulacioni model strukture je projektovan u *2D axisymmetric* dimenziji i prikazana na slici 5. Dvodimenzionalna struktura se projektuje u ravni, a trodimenzionalno telo se dobija obrtanjem te strukture oko *z*-ose (vertikalne ose). Kod strukture je korišćen fizički podmodul *Acoustic-Structure Interaction*. Ovaj modul u sebi sadrži i akustičke i mehaničke elemente.



Slika 5. Simulacioni model akustički CRLH voda

Levi tanak pravougaonik je cev, a beli pravougaonici predstavljaju zid cevi. Najtanji horizontalalni pravougaonici su otvori na zidu cevi. Desni širi pravougaonik je spoljašnji vazdušni cilindar oko cevi. Horizontalni pravougaonici unutar cevi su membrane. Zid cevi sa svake strane je prekriven *Sound Hard Boundary*-em. Kod *Sound Hard Boundary* normalna komponenta ubrzanja je jednaka nuli i akustični talas se reflektuje od tog zida, kao *Perfect Conductor* kod elektromagnetnog talasa. Pojedini delovi su razdvojeni ovim zidovima, zato nije potrebno definisati poseban materijal od kojeg je napravljena cev. Kao ulaz je korišćen *Boundry Normal Acceleration* koji se nalazi na donjoj strani cevi. Taj zid služi za modelovanje jednog klipa na koji deluje normalna sila sa prostoperiodičnim ubrzanjem. Oko cevi se nalazi vazdušni cilindar, a oko vazdušnog cilindra je postavljen absorber *PML (Perfectly Mached Layers) boundary*, koji služi da spreči refleksiju talasa koji izlazi iz cevi, natrag u cev. Absorberi su predstavljeni kao pravougaonici desno i sa gornje i donje strane. Svaki horizontalni pravougaonik

unutar cevi (membrana) predstavlja mehanički element i označava se kao *Linear Elastic Material Model* [6]. Fizičko ponašanje membrana definišemo tako da zadamo njihov Jangov modul, Poasonov koeficijent i gustinu (tabela 1 ρ_m , E_m , ν), a posebno definisanje određenog materijala nije poterbno. Potrebno je još fiksirati ivice membrana koje su povezane na cev. To se vrši pomoću *Fix Constraint boundary*, a zidovi membrana koje su normalne na zidove cevi definišemo kao pokretne delove (postoji mogućnost njihove deformacije). To definisanje se vrši pomoću *Prescribed Displacement boundary*. Na kraju je postavljen *PML* zid, koji modeluje otvor cevi. Posle projektovanja simulacionog modela, potrebno je podesiti materijale i *mesh* modela. Pošto su granični uslovi (*boundaries*) dobro podešeni, nije potrebno posebno definisati svaku oblast određenim materijalom. Dovoljno je definisati materijal sredine, koji je u ovim simulacijama vazduh. Nisu korišćeni materijali iz biblioteke, nego su posebno definisani materijali, predstavljeni parametrima u tabeli 1. Materijale smo definisali parametrima: gustina (ρ_{air}) i brzina zvuka u materijalu (c_{air}). Kod simulacije je korišćena najjednostavnija tetraedarska mreža (*Free tetrahedral mesh*). Veličina *mesh*-a je podešena da bude *normal*.

Tabela 1 Fizički parametri membrana i vazduha u simulacionom modelu

Parametar	ρ_{air} [kg/m ³]	c_{air} [m/s]	E_m [GPa]	ρ_m [kg/m ³]	ν
Vrednost	1.188	340	2.758	1420	0.34

3.1 Rezultati simulacija akustičkog CRLH voda

Vrednosti geometrijskih parametri su uzete iz rada [4] i dati su u tabeli 2, gde je a poluprečnik cevi, b prečnik otvora sa strane cevi, d je dužina jedinične ćelije (svaka struktura se sastoji od 10 jediničnih ćelija), a L širina zida cevi (dužina otvora).

Tabela 2 Geometrijski parametri modela

Parametar	a [mm]	b [mm]	d [mm]	L [mm]
Vrednost	9.06	0.4	34	48.95

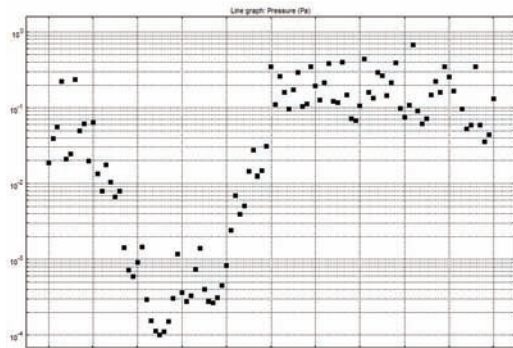
Po parametrima koji su dati u tabeli 2 i jednačinama (1), (2), (13), (14) i (16) mogu se izračunati akustički parametri akustičkog sistema. Rezultati su dati u tabeli 3.

Tabela 3 vrednosti akustičke komponente simulacionog modela

Komponent	m_{aTL}	C_{aTL}	m_{am}	C_{am}	m_{aSH}
Vrednost	156.63	$63.84 \cdot 10^{-12}$	1296	$17.42 \cdot 10^{-12}$	877.6

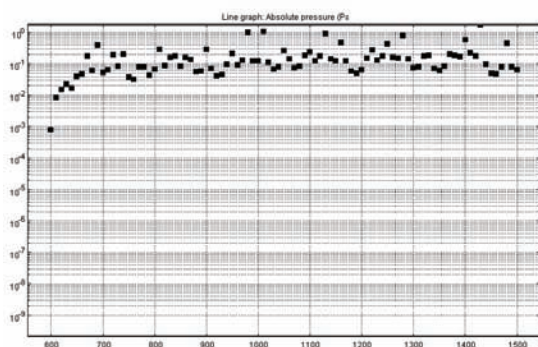
Ako se uzmu u obzir ovi parametri i uvrste u formule (9) i (10) dobija se negativna efektivna gustina ispod učestanosti $f_2=1$ kHz i negativni efektivni moduo, ispod učestanosti $f_1=672$ Hz. U ovom slučaju spektar učestanosti može se podeliti na tri opsega. Prvi opseg, za učestanost manje od 672 Hz, je dvostruko-negativan slučaj, gde je konstanta prostiranja realan i negativan broj. U opsegu učestanosti između 672 Hz i 1 kHz samo je efektivna gustina manja od nule, što znači da je konstanta prostiranja imaginaran broj, i da u ovom opsegu nema prostiranja. Ako je učestanost veća od 1 kHz oba parametara su veća od nule, i u ovom opsegu je opet

moguće prostiranje talasa. Simulacija je izvršena u opsegu učestanosti od 500 Hz do 1500 Hz, sa korakom od 10 Hz. Rezultati simulacije se slažu sa rezultatima proračuna. Na slici 6 je prikazana vrednost amplitude pritiska na kraju cevi (logaritamska skala) u zavisnosti od učestanosti. Vidi se da pritisak opada samo u opsegu učestanosti između učestanosti 672 Hz i 1 kHz.



Slika 6. Pritisak na kraju akustičkog CRLH voda

Može se zaključiti da se rezultati simulacije slažu sa rezultatima koji su dobijeni proračunom. Učestanosti odsecanja dobijene simulacijama su približne učestanostima koje su dobijene proračunom. Promenom parametra b utičemo na vrednost paralelne akustičke mase m_{aSH} (m_{aL}). Povećanjem b smanjimo m_{aL} i obrnuto, po formuli (16). Kao poslednica promena m_{aL} menja se i učestanost odsecanja. Promenom parametara b moguće je smanjiti ili povećavati opseg učestanosti gde nema prostiranja akustičkog talasa. Može se napraviti balansirani slučaj, gde ne postoji nepropusni opseg između dvostruko-negativnog i dvostruko-pozitivnog opsega. Balansirani slučaj se dobija kada je $b=1$ mm. U tom slučaju važi da je $f_1=f_2=1$ kHz. Na slici 7 prikazana je vrednost amplituda pritiska na kraju cevi (logaritamska skala) u zavisnosti od učestanosti.



Slika 7. Pritisak na kraju akustičkog CRLH voda kada $b=1$ mm (balansirani slučaj)

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu su predstavljeni inicijalni rezultati nove multidisciplinarne oblasti akustičkih metamaterijala u mehaničkim sistemima. Projektovan je model akustičkog CRLH voda korišćenjem programskog paketa COMSOL Multiphysics 4.0 polazeći od dizajna jedinične ćelije odgovarajućih dimenzija. Utvrđeno je da promene dimenzija ili promene bilo kog parametra jedinične ćelije imaju veliki uticaj na odziv akustičkog CRLH voda. Na osnovu dobijenih rezultata pokazano je da projektovani model daje odgovarajuće rezultate.

5. LITERATURA

- [1] Petar Pravica, Dragan Drinčić: "Elektroakustika", Beograd, 2006.
- [2] Robert Allen Robinson, Jr.: "An electroacoustic analysis of transmission line loudspeakers," PhD thesis, Georgia Institute of Technology, May 2007.
- [3] A. Lai, T. Itoh and C. Caloz: "Composite right/left handed transmission line metamaterials," *IEEE microwave magazine*, Sempember 2004.
- [4] Frédéric Bongard, Hervé Lissek, and Juan R. Mosig: "Acoustic transmission line metamaterial with negative/zero/positive refractive index," *Physical review B*, Vol. 82, No. 9, pp 94306(11), 16 September 2010.
- [5] Introduction to comsol multiphysics, version 4.0, April 2010.
- [6] Comsol Multiphysics: "Structural mechanics module, user's guide, version 4.0", June 2010.

Kratka biografija:



Norbert Čeljuska rođen je u Somboru 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, departman za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, smer Mikroročunarska elektronika, uradio je 2010. god.



Vesna Crnojević-Bengin diplomirala 1994 na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu departman za energetiku, elektroniku i telekomunikacije. Doktorirala iz oblasti elektronika i mikrotalasna tehnika na Univerzitetu u Novom Sadu 2006., gde i drži predavanja iz oblasti mikrotalasne tehnike i metamaterijala.

DIGITALNI SENZORSKI MODUL ZA MJERENJE KONCENTRACIJE KISEONIKA, METANA I VODONIKA**DIGITAL SENSOR MODULE FOR MEASUREMENT OF OXYGEN, METHANE AND HYDROGEN CONCENTRATION**Nataša Mijić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je digitalni senzorski modul za mjerenje koncentracije kiseonika, metana i vodonika. Nakon kratkog uvoda definisan je pojam senzora. Opisani su korišćeni senzori za mjerenje koncentracije gasova. Objašnjen je način pojačanja i digitalizacije signala analognih senzora. U radu je opisano projektovanje električne šeme modula za mjerenje koncentracije kiseonika, metana i vodonika. Isto tako objašnjena je kalibracija tih senzora i prikazani su rezultati mjerenja. Na kraju su predložena moguća unapređenja ovog modula.

Abstract – This paper describes a digital sensor module designed to measure the concentration of oxygen, methane and hydrogen. After a brief introduction, the concept of sensor is described. Sensors used to measure concentrations of gases are described. Then, the paper describes amplification and digitization of analog sensor signals. The paper describes the design of electrical scheme of the module for measuring the concentration of oxygen, methane and hydrogen. Also, calibration of these sensors is explained and results of measurement are presented. Finally, possible improvements of this module are suggested.

Ključne riječi – senzor, pojačavač, digitalizacija, projektovanje, senzorski modul

1. UVOD

Moderna mjerenja se baziraju uglavnom na pretvaranju fizičkih veličina u električni signal. Pojačanje i obrada tog električnog signala, prenos na daljinu kao i očitavanje rezultata su vremenom usavršivani. To pretvaranje fizičkih veličina u električni signal vrši se pomoću različitih davača, pretvarača, trnasmitera, transdjusera i dr. U novije vrijeme za te uređaje ustalio se termin senzor.

Ulaskom mikroelektronike, mikroprocesorske tehnologije u proizvodnju senzora je omogućilo mnogo veću funkcionalnost, kao što je mogućnost ugradnje inteligentne i digitalne komunikacije u senzor. To omogućuje prebacivanje senzora u digitalni domen. Tradicionalno, izlazi iz senzora su analogni signali koji se dalje vode u neki instrumentacioni sistem ili se direktno prikazuju (npr. na nekom displeju).

NAPOMENA:

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

To prebacivanje senzora iz analognog u digitalni domen donijelo je bitne prednosti za korisnike, kao npr. digitalni senzori su mnogo otporniji na električne šumove i mogu znatno da uproste svoje šeme veza. Proizvođači inteligentnih senzora trude se da naprave inteligentne senzore koji malo koštaju, a da zadovolje potrebe sve složenijih aplikacija i da se pritom njima lako rukuje.

2. SENZORI

Sklop koji pretvara neelektričnu veličinu u električni signal se u početku nazivao mjerni senzor, a kasnije je uveden termin senzor. Senzor se definiše kao uređaj koji pretvara fizičku veličinu u električni signal. Ta fizička veličina je neka vrsta stimulusa. Svrha senzora je da odgovori na stimulus i da ga pretvori u električni signal koji je kompatibilan sa elektronskim kolom.

Senzori, i sa njima povezana kola, se koriste za mjerenje različitih fizičkih veličina kao što su temperatura, sila, pritisak, protok, položaj, intenzitet svjetla, itd. Ove fizičke veličine pobuđuju senzor, a izlazni signal senzora je obrađen tako da obezbijedi odgovarajuće mjerenje tih fizičkih svojstava. Na Slici 1 se može vidjeti kako fizički izgledaju neki od senzora.



Slika 1. Senzori

2.1 Senzori za mjerenje koncentracije gasova

Gasni senzor dolazi u kontakt sa gasom (reaguje sa gasom) da bi započeo mjerenje njegove koncentracije. Senzor zatim daje izlaz mjernom uređaju da bi se prikazalo mjerenje.

Kriterijumi koje treba razmotriti prilikom odabira gasnog senzora su vrijeme odziva, udaljenost i protok. Vrijeme odziva je vrijeme koje protekne od prvog kontakta sa gasom do senzorske obrade signala. Udaljenost je maksimalna udaljenost senzora od curenja gasa ili izvora gasa koji senzor može da detektuje. Protok je potreban protok vazduha ili gasa preko senzora kako bi se proizveo signal.

Postoje četiri vrste gasnih senzora zasnovane na različitim principima detektovanja gasa:

- stabilni termički provodni tip

- katalitički zapaljivi tip
- gasni termički provodni tip
- poluprovodnički tip
- galvanski tip

Od svih ovih tipova, stabilni termički provodni tip ima veoma lošu mogućnost selektovanja različitih gasova, dok je gasni termički provodni tip sa veoma niskim nivoom preciznosti.

Iz tih razloga, ova dva tipa se sve slabije prodaju na tržištu i polako prestaju da se proizvode. Od preostala dva tipa, koja se danas koriste, katalitički zapaljivi gasni senzor ima izvanredno stabilnu osjetljivost čak i u promjenljivim uslovima, kao što su promjena temperature i vlažnosti. On takođe ima izuzetnu mogućnost selektovanja različitih vrsta gasova zapaljivo-eksplozivnog tipa i njegovi parametri koji su zadati se teško mijenjaju vremenskom upotrebom, pod uslovom da je proizveden po utvrđenom proizvodnom standardu.

Kao takav, on ima izvanredne karakteristike u pogledu stabilnosti i pouzdanosti.

Kada su u pitanju poluprovodnički gasni senzori, kod njih su sve češće primjetni defekti u radu, kao što su lažno alarmiranje zbog promijenjenih okolnosti. Oni zavise od temperature i vlažnosti, veoma su osjetljivi, ali slabo selektivni.

Primjeri:

1. Katalitički zapaljivi tip: TGS6812

TGS6812 je senzor (Slika 2.) za detekciju vodonika, metana i LP (*Liquefied petroleum* - tečnih naftnih) gasova. Katalitički je tip senzora i može da detektuje nivo vodonika do 100% LEL (*Lower Explosive Limit* - donja granica eksplozivnosti). Ono što odlikuje ovaj senzor je velika preciznost, dobra izdržljivost i stabilnost, brz odziv kao i linearni izlaz. Pošto može da detektuje ne samo vodonik, već i metan i LP gas, predstavlja odlično rješenje za praćenje curenja gasa iz stacionarnih sistema gorivnih ćelija koji pretvaraju zapaljive gasove u vodonik.



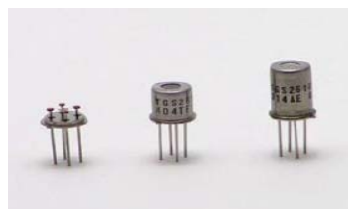
Slika 2. Katalitički senzor TGS6812

Kako senzor posjeduje adsorbens unutar svoje senzorske kape, njegova osjetljivost na alkohol je mnogo manja nego kod tradicionalnih katalitičkih senzora. Pored toga, TGS6812 je otporniji na silikonska jedinjenja u odnosu na tradicionalne katalitičke senzore.

2. Poluprovodnički tip: TGS2611

TGS2611 je poluprovodnički gasni senzor koji ima veoma visoku osjetljivost na metan, nisku potrošnju i dug život. Zbog male dimenzije njegovog senzorskog čipa, zahtijeva struju grijača od samo 56 mA. Uređaj je smješten u standardno TO-5 kućište (Slika 3.).

TGS2611 je dostupan u dva različita modela (TGS2611-C00 i TGS2611-E00) koji imaju različita eksterna kućišta, ali su identično osjetljivi na metan.



Slika 3. Izgled senzora TGS2611

TGS2611-C00 je male veličine i ima brz odziv, što ga čini pogodnim za kontrolu curenja gasa.

TGS2611-E00 koristi filtrajuće materijale u svom kućištu koji eliminišu uticaj interferentnih gasova, kao što je alkohol, što dovodi do veoma dobre selektivnosti odziva na metan. Ova osobina čini senzor idealan za detektore curenja gasa koji zahtijevaju izdržljivost i otpornost na interferentne gasove.

3. Galvanski tip: KE-50

Senzor za kiseonik iz serije KE (KE-25 i KE-50) (Slika 4.) je jedinstven tip senzora sa galvanskim gorivnim ćelijama. Generiše konstantan električni izlazni napon isto kao i baterija. Njegova najveća prednost je dug životni vijek (za KE-25 do 5 godina, a za KE-50 i do 10 godina u vazduhu), odlična hemijska postojanost i to što nije osjetljiv na CO₂. Takođe, jeftin je, ima stabilan signal i ne zahtijeva eksterno napajanje.



Slika 4. Izgled senzora KE

KE serija senzora kiseonika je idealna da zadovolji sve veću potražnju za merenjem koncentracije kiseonika u različitim oblastima primene. Njegove oblasti primjene su biohemija, medicina, industrija hrane, praćenje sagorjevanja gasa itd.

3. POJAČANJE I DIGITALIZACIJA SIGNALA ANALOGNIH SENZORA

Oblici signala senzora zavise od principa rada na kojem je senzor zasnovan, kao i o zahtjevima za obradu tih signala.

Ti oblici mogu biti:

- amplitudno analogni (analogni)
- frekvencijsko analogni (frekvencijski)
- digitalni

Na osnovu navedenih oblika signala senzora, senzori se mogu podijeliti na **analogne** i **digitalne**.

Kod analognih senzora imamo slučaj da oni mjere određenu fizičku veličinu a na izlazu daju napone koji su proporcionalni toj veličini. Oni daju signal koji je kontinualan po amplitudi, kao i u vremenu ili prostoru (kontinualan je po y i po x osi). Analogni senzori daju izlazni signal koji može imati bilo koju vrijednost unutar predefinisane opsega.

Kod digitalnih senzora je slučaj da oni imaju samo dva stanja i ona se često nazivaju "on" i "off" stanja. Digitalni senzori proizvode izlazni signal koji predstavlja digitalni prikaz ulaznog signala i ima vrijednosti amplitude signala

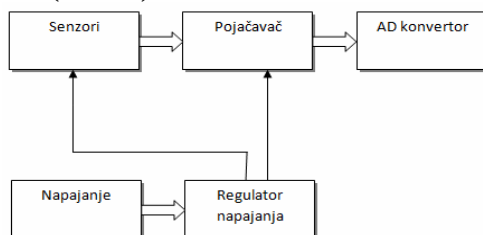
u diskretnim vremenskim trenucima. Izlazni signal senzora može biti prikazan na displeju, snimljen ili korišćen kao ulazni signal nekom drugom uređaju ili sistemu. Kod osnovnog instrumenta, signal se prenosi na ekran ili uređaj za snimanje, gdje mjerenje može biti očitano od strane posmatrača. Postoje razne vrste uređaja za prikaz rezultata mjerenja, u rasponu od jednostavne vage do sofisticiranih kompjuterizovanih displeja. Signal se takođe može koristiti direktno od strane nekog većeg sistema gdje je sam instrument jedan deo tog sistema.

Ako je izlazni signal senzora male amplitude, ponekad ga je neophodno pojačati. Pojačan izlaz može biti prenet na ekran displeja ili snimljen, u zavisnosti od konkretne primjene mjerenja. U mnogim slučajevima je neophodno da se obezbijedi digitalni izlazni signal kako bi se moglo omogućiti povezivanje sa sistemima baze podataka ili komunikacionim sistemima. Ako senzor sam po sebi ne obezbjeđuje digitalni izlaz, tada se analogni izlaz senzora pretvara u digitalni pomoću analognog-digitalnog konvertora (ADC). Digitalni signal se obično šalje na računarski procesor koji može da prikaže, čuva ili prenosi podatke kao izlaz na neki drugi sistem koji će koristiti mjerenje. Većina pasivnih senzora daju slabe izlazne signale. Amplituda ovih signala može biti reda μV ili pA . S druge strane, standardni procesori elketronskih podataka, kao što su A/D konvertori, modulatori frekvencije, snimači podataka i tako dalje, zahtijevaju ulazne signale prilično velike amplitude reda V i mA. Zbog toga pojačanja izlaznih signala senzora treba da budu napravljena sa naponskim pojačanjem do 10 000 i strujnim pojačanjem do 1 000 000. Pojačanje je dio obrade signala. Postoji nekoliko standardnih konfiguracija pojačavača koje mogu biti korisne za pojačavanje signala raznih senzora. Ovi pojačavači mogu biti izrađeni od diskretnih komponenti, kao što su poluprovodnici, otpornici, kondenzatori i kalemovi. Alternativno, pojačavači se često sastoje od standardnih blokova, kao što su operacioni pojačavači i razne diskretne komponente.

4. DIGITALNI SENZORSKI MODUL ZA MJERENJE KONCENTRACIJE KISEONIKA, METANA I VODONIKA

4.1 Projektovanje električne šeme

Na osnovu razmatranja u prethodnom poglavlju, načinjena je blok šema modula za mjerenje koncentracije kiseonika, metana i vodonika čiji su blokovi: senzori, napajanje, regulator napona, pojačavački stepen i AD konvertor (Slika 5.).



Slika 5. Blok šema modula za pojačanje i digitalizaciju signala sa senzora koncentracije gasova

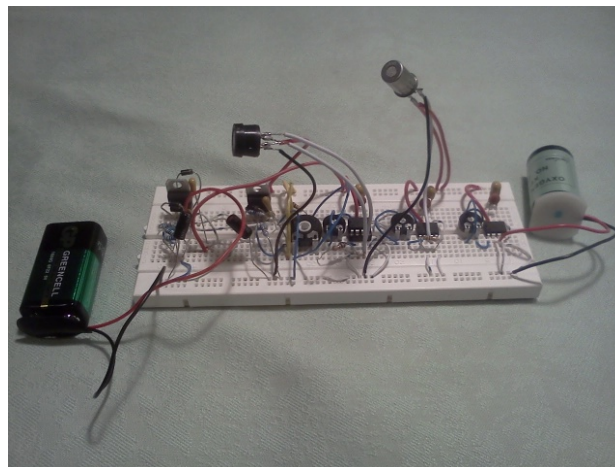
Kao senzori se koriste gore navedeni senzori (za kiseonik KE-50, za metan TGS2611 i za vodonik TGS6812). Za napajanje modula se koristi baterija od 9 V. Kako bi se prilagodili naponski nivoi za senzor metana (5 V), senzor

vodonika (3 V) i čitavog kola (5 V) korišćen je naponski regulator LM317. Pošto je izlazne signale sa senzora potrebno pojačati, korišćeni su instrumentacioni pojačavači AD623-2. Pomoću njegovog eksternog promjenljivog otpornika (10 K Ω) omogućeno je pojačanje i do 10 puta.

Pošto je za ovaj uređaj predviđeno da se poveže na mikrokontroler kako bi dobio pravu funkciju monitoringa i detekcije, funkciju A/D konvertora vrši već integrisani konvertor na mikrokontroleru. Na ulaz se dovodi naponski nivo ne veci od 5 V. A/D konvertor unutar mikrokontrolera konvertuje analogni napon u 10-bitnu brojnu vrijednost. Jednosmjerni promjenljivi napon u opsegu od 0 V do 5 V se preko ulaza za testiranje A/D konvertora dovodi na mikrokontroler sa A/D konvertorom.

Kao mikrokontroler se može koristiti neki od mikrokontrolera iz serije PIC18Fxx. Pri odabiru treba voditi računa o tome koliko nam treba ulazno/izlaznih linija, koji su nam dodatni moduli potrebni, koje vrste uređaja povezujemo ili da li nam je potreban A/D konvertor.

Za potrebe ovog rada elektricna šema nije realizovana na štampanoj pločici već na protobord pločici (Slika 6).



Slika 6 Izgled gotovog modula za pojačanje i digitalizaciju signala sa senzora koncentracije gasova realizovanog na protobord pločici

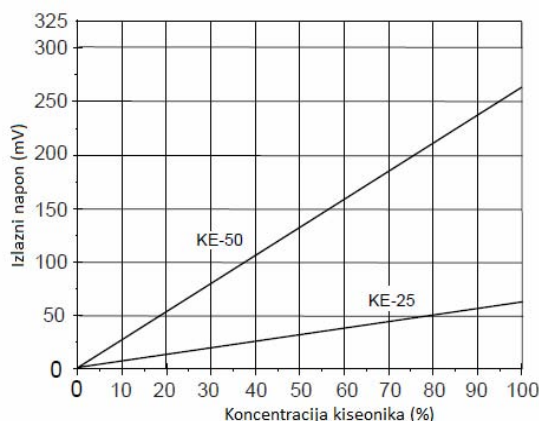
5. KALIBRACIJA SENZORA ZA MJERENJE KONCENTRACIJE GASOVA

Senzori za mjerenje koncentracije gasova na svom izlazu daju naponske vrijednosti koje se sprovode na A/D konvertore i dalje na displej ili neki drugi digitalni uređaj. Sama naponska veličina ne daje nam nikakvu informaciju o koncentraciji gasa koji se mjeri ako nam nije poznata veza između koncentracije gasa i odgovarajućeg napona. Stoga je potrebno izvršiti kalibraciju senzora, tj. pronaći funkcionalnu vezu između koncentracije i izlaznog napona ili napraviti tabelu u kojoj su predstavljene vrijednosti koncentracije i njihove odgovarajuće vrijednosti napona.

5.1 Kalibracija senzora za mjerenje koncentracije kiseonika KE-50

Da bi se izvršila pravilna kalibracija senzora za mjerenje koncentracije kiseonika, potrebno je izvršiti mjerenja u strogo kontrolisanim uslovima. Međutim, srećnu okolnost

predstavlja činjenica da je funkcionalna veza između koncentracije kiseonika i izlaznog napona senzora linearna što se može vidjeti u specifikaciji proizvođača (Slika 7). Takođe, poznato je da je koncentracija kiseonika u vazduhu konstantna i iznosi 21 %. Tako je moguće izmjeriti izlazni napon iz senzora pri mjerenju koncentracije u vazduhu i na osnovu toga dobiti formulu za izračunavanje koncentracije kiseonika za bilo koju izmjerenu vrijednost napona.



Slika 7. Osjetljivosti senzora KE-25 i KE-50

Pri mjerenju koncentracije kiseonika u vazduhu dobijena je vrijednost izlaznog napona senzora od 53.8 mV. Kako je pojačanje instrumentacionog pojačavača otpornicima podešeno na 10 puta, izlaz operacionog pojačavača ima vrijednost 538 mV. Na osnovu toga moguće je dobiti vrijednost koeficijenta linearne zavisnosti koji iznosi:

$$k = \frac{\text{izlazni napon}}{\text{koncentracija kiseonika}} = \frac{53.8 \text{ mV}}{21\%} = 25.6 \frac{\text{mV}}{\%} \quad (1)$$

Sada je moguće dobiti formulu za izračunavanje koncentracije:

$$\text{koncentracija} = \frac{\text{izlazni napon}}{25.6 \frac{\text{mV}}{\%}} \quad (2)$$

5.2 Kalibracija senzora za mjerenje koncentracije metana TGS2611 i senzora za mjerenje koncentracije vodonika TGS6812

Kao što je već pomenuto, da bi se izvršila pravilna kalibracija senzora za mjerenje koncentracije nekog gasa, potrebno je izvršiti mjerenja u strogo kontrolisanim uslovima. Kako nam ti laboratorijski uslovi nisu dostupni, potrebno je pribjeći nekom alternativnom rješenju kao što je to urađeno sa senzorom za mjerenje koncentracije kiseonika. Međutim, u ovom slučaju to nije moguće uraditi jer je koncentracija vodonika i metana u vazduhu veoma mala (i samim tim vjerovatno promjenljiva u uslovima zagađene sredine kao što je to slučaj u gradskoj sredini). Koncentracija metana u vazduhu iznosi 0.000179%, dok koncentracija vodonika u vazduhu iznosi 0.000055%. Zbog toga je jedino moguće izmjeriti vrijednost izlaznih napona sa senzora u sobnim uslovima i pretpostaviti da je koncentracija ovih gasova ista kao što je gore napisano.

Vrijednost napona na izlazu senzora za mjerenu koncentraciju metana u sobnim uslovima iznosi $V_{\text{senzora}} = 0.12 \text{ V}$, dok vrijednost napona na izlazu instrumentacionog pojačavača koji na svom ulazu ima izlaz senzora iznosi $V_{\text{out}} = 1.26 \text{ V}$.

Vrijednost napona na izlazu senzora za mjerenu koncentraciju vodonika u sobnim uslovima iznosi $V_{\text{senzora}} = 1.4 \text{ V}$, dok vrijednost napona na izlazu instrumentacionog pojačavača koji na svom ulazu ima izlaz senzora iznosi $V_{\text{out}} = 1.43 \text{ V}$.

6. ZAKLJUČAK

Ovaj senzorski modul ima široku primjenu u svim poljima gde je potrebno vršiti mjerenje koncentracije gasova. Moguće je korišćenje u situacijama kada je potreban monitoring gasova u industrijskim uslovima gdje je moguće alarmiranje u slučaju opasnih koncentracija gasova. Takođe, sličnu primjenu ima i u biomedicini kada je potreban precizan monitoring koncentracija gasova, npr. u slučajevima kada je pacijent iz medicinskih razloga izložen nekim gasovima.

Senzorski modul se može uklopiti u neki širi sistem povezivanjem na mikrokontroler ili računar. Dalje se pruža širok spektar mogućnosti, kao što su akvizicija i čuvanje izmjerenih podataka koji se kasnije mogu iskoristiti u svrhu statističke i analitičke obrade. Moguće je slanje mjerenih podataka u realnom vremenu upotrebom internet konekcije, lokalne mreže, SMS poruka i sl.

7. LITERATURA

- [1] Dr Mladen Popović, *Senzori i merenja*, Srpsko Sarajevo, 2004.
- [2] Jon Wilson, *Sensor technology handbook*, Elsevier, 2005
- [3] Ian R. Sinclair, *Sensors and transducers*, Great Britain, 2001
- [4] KE-50 GS Oxygen Sensors, Product information, Figaro engineering
- [5] TGS2611 for the detection of Methane, Product information, Figaro engineering
- [6] TGS6812 for the detection of Hydrogen, Methane and LP Gas, Product information, Figaro engineering

Kratka biografija



Nataša Mijić rođena je u Prijedoru 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Instrumentacija i mjerenje odbranila je 2010.god.

OPTIČKO PREPOZNAVANJE KARAKTERA UPOTREBOM PROGRAMA LABVIEW I USB KAMERE**OPTICAL CHARACTER RECOGNITION USING LABVIEW SOFTWARE AND USB CAMERA**Ranko Milovanović, Josif Tomić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu izložena je realizacija algoritma za optičko prepoznavanje karaktera upotrebom programa LabVIEW i USB kamere. Algoritam je baziran na primeni gotovih funkcija koje program već sadrži. Algoritam pokazuje dobre karakteristike i pri promenljivoj osvetljenju.

Abstract – In this paper, realization of algorithm for optical character recognition using LabVIEW software and USB camera is presented. Algorithm is based on applying ready made functions that software already contains. Algorithm shows good characteristics even under different light conditions.

Ključne reči: LabVIEW, Vision Assistant, OCR

1. UVOD

Brzo prihvatanje PC računara u poslednjih 20 godina bilo je uslov za revoluciju u instrumentaciji za testiranje, merenje i automatizaciju. Koncept virtualne instrumentacije, nastao zbog sveprisutnosti PC računara, pruža mnoge beneficije inženjerima i naučnicima kojima je potrebno povećanje produktivnosti, tačnosti i performansi merno-akvizicionih uređaja. Virtualni instrument se sastoji od softvera i hardvera dodatih PC računaru opšte namene, koji zatim svi zajedno omogućavaju korisniku da kreira merne instrumente koji tačno odgovaraju njegovim potrebama, umesto da se ograniči tradicionalnim instrumentima sa fiksnim funkcijama [1].

Programski paket LabVIEW, proizvod kompanije National Instruments (skraćeno NI), koriste milioni inženjera i naučnika za razvijanje sofisticiranih mernih, test i kontrolnih sistema.

Baziran je na korišćenju PC računara i različitih vrsta merno-akvizicionih komponenti. LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*) je grafički programski jezik koji za formiranje aplikacija koristi ikone umesto tekstualnog koda. Programi pisani, možda je, pak, bolje reći pravljeni (jer je tekstualni kod sveden na minimum), u LabVIEW-u, nazivaju se virtualnim instrumentima (skraćeno VI) [1]. Razlog tome je što njihova pojava i operacije imitiraju fizičke instrumente kao što su, npr. osciloskopi i multimetri.

NI IMAQ Vision za LabVIEW je biblioteka LabVIEW VI-a koje se koriste za razvijanje aplikacija zasnovanih na mašinskom vidu i aplikacija za obradu slike.

Optičko prepoznavanje karaktera je proces u kojem softver čita tekst i/ili karaktere sa slike [2]. Obično se upotrebljava u aplikacijama za automatizovanu inspekciju, za identifikaciju ili klasifikovanje komponenti. Na primer, optičko prepoznavanje karaktera se može koristiti za detektovanje i analiziranje serijskog broja na motoru automobila koji se kreće na proizvodnoj liniji. Upotreba u ovu svrhu pomaže u identifikovanju delova, koje pomaže u odabiru odgovarajućeg procesa za inspekciju dela. Može se koristiti i za kontrolu natpisa na bočicama za pilule i mnoštva oznaka na farmaceutskim etiketama, za proveru pločica i natpisa na pakovanjima integrisanih kola u poluprovodničkim aplikacijama, za kontrolu kvaliteta pečatiranih mašinskih delova, za sortiranje i praćenje poštanskih paketa i pošiljki, za čitanje alfanumeričkih karaktera na automobilskim delovima itd.

Program Vision Assistant, koji predstavlja deo LabVIEW programskog paketa, omogućava pravljenje prototipa i testiranje aplikacija za obradu slike, bez potrebe za programiranjem [3]. Softver sadrži i interfejs za optičko prepoznavanje karaktera. Pri kreiranju aplikacije za obradu slike pravimo sopstveni algoritam, redanjem željenih funkcija i podešavanjem njihovih parametara, pri čemu nam je na raspolaganju cela NI IMAQ Vision biblioteka VI-a. Svaki korak algoritma čuva se u izvornoj datoteci, koja sadrži funkcije za obradu slike i bitne parametre algoritma. Program omogućava i prikupljanje slike, posredstvom USB kamere. Kada je algoritam završen, možemo da ga testiramo, takođe u Vision Assistant-u, na drugim slikama, kako bi se uverili da dobro radi. Takođe, pomoću *LabVIEW VI Creation Wizard*-a, koji se nalazi u okviru Vision Assistant-a, možemo napraviti LabVIEW VI koji izvršava onaj prototip koji smo kreirali u Vision Assistant-u.

2. OCR U SOFTVERU VISION ASSISTANT

Vision Assistant sadrži alat za optičko prepoznavanje karaktera, pod nazivom OCR.

Definisanje karaktera je proces u kojem učimo softver zasnovan na mašinskom vidu tipove karaktera i/ili šablona koje želimo da pročita [2]. OCR se može koristiti za definisanje bilo kog broja karaktera, pravljenjem seta karaktera. Set karaktera se kasnije upoređuje sa objektima tokom procedura čitanja i proveravanja. Set karaktera smešta se u datoteku seta karaktera. Definisanje može biti proces koji se radi samo jednom, a može biti i proces koji

NAPOMENA:

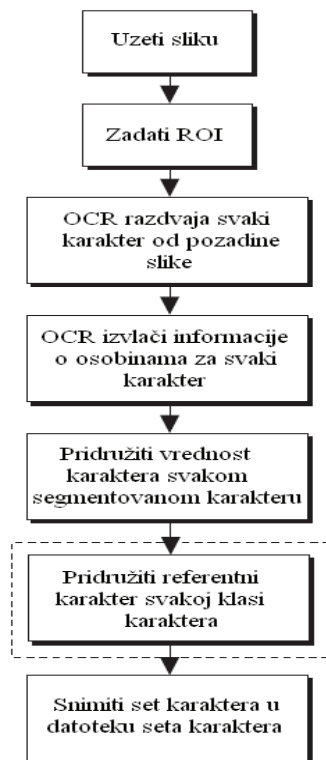
Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je dr Josif Tomić, docent.

treba ponoviti nekoliko puta, uz pravljenje više setova karaktera kako bi proširili opseg karaktera koje treba detektovati na slici.

Čitanje karaktera je proces u kojem aplikacija bazirana na mašinskom vidu, koju kreiramo, analizira sliku kako bi odredila da li se objekti slažu sa karakteristikama koje smo definisali [2]. Aplikacija čita karaktere na slici upotrebom seta karaktera koje smo kreirali kada smo definisali karaktere.

2.1 Definisanje karaktera

Slika 1 ilustruje korake koji su uključeni u proceduru definisanja.



Slika 1. Koraci OCR procedure definisanja

Regija od interesa (ROI) je oblast slike u kojoj se nalaze karakteri koje treba pročitati. Deo dijagrama uokviren isprekidanim linijama nije neophodan korak.

Proces lociranja karaktera na slici se često naziva segmentacija karaktera. Pre nego što možemo da definišemo karaktere, moramo podesiti OCR kako bi odredio kriterijum koji segmentuje karaktere koje želimo da definišemo. Kada završimo sa segmentacijom karaktera, koristimo OCR za definisanje karaktera, uz smeštanje informacija koje omogućavaju OCR-u da prepozna iste karaktere na različitim slikama. OCR softver definišemo tako što mu pružamo vrednost karaktera za svaki od segmentovanih karaktera, kreiranjem jedinstvene predstave za svaki segmentovani karakter. Zatim snimamo set karaktera u datoteku seta karaktera kako bi ga koristili kasnije u OCR proceduri čitanja.

2.2 Čitanje karaktera

Kada izvršavamo proceduru čitanja, aplikacija koju pravimo sa OCR-om segmentuje svaki objekat na slici i upoređuje ga sa karakteristikama u setu karaktera koji smo kreirali u toku procedure definisanja. OCR izvlači

jedinstvene osobine iz svakog segmentovanog objekta na slici i poredi svaki objekat sa svakim karakterom koji se nalazi u setu karaktera. OCR vraća vrednost karaktera od onog karaktera iz seta karaktera koji se najbolje poklapa sa objektom i vraća nenulti klasifikacioni rezultat. Ako se nijedan karakter iz seta karaktera ne slaže sa objektom, OCR vraća supstitucionni karakter kao vrednost karaktera i vraća nulu kao klasifikacioni rezultat. Nakon čitanja, možemo izvršiti opcionu proceduru – proveravanje, kako bi proverili kvalitet štampanih karaktera.

Slika 2 ilustruje korake koji su uključeni u proceduru čitanja.



Slika 2. Koraci OCR procedure čitanja

Deo dijagrama uokviren isprekidanim linijama je alternativni korak.

OCR sesija priprema softver za identifikovanje seta karaktera bilo za vreme procedure definisanja, bilo za vreme procedure čitanja. Sesija se sastoji od karakteristika koje podesimo i seta karaktera koje definišemo ili čitamo iz datoteke. OCR koristi informacije iz sesije za poređenje objekata sa definisanim karakteristikama kako bi odredio da li se slažu.

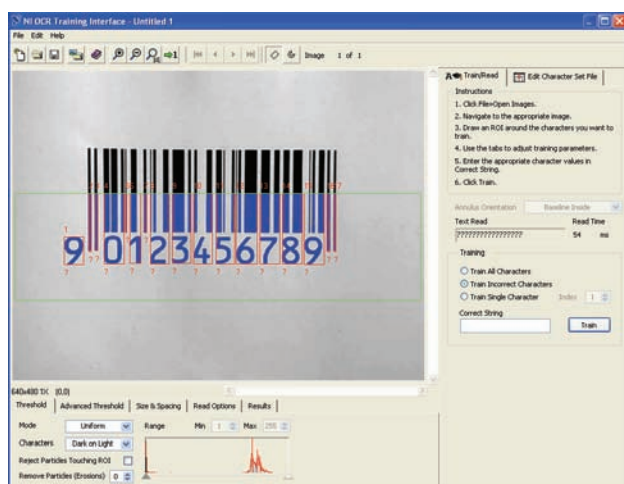
3. PRAVLJENJE ALGORITMA

Način pravljenja algoritma za optičko prepoznavanje karaktera objašnjen je na primeru čitanja karaktera koji se nalaze ispod bar koda. Pri tome, bar kod je dat samo kao otežavajuća okolnost pri čitanju karaktera i ne nosi nikakvu korisnu informaciju.

Nakon otvaranja Vision Assistant-a, potrebno je uslikati bar kod i karaktere ispod njega odabirom **Acquire Images** kartice, a zatim **Acquire Image (USB)**.

OCR radi samo sa binarnim ili sivo-nijansiranim 8-bitnim slikama stoga je prvo potrebno postaviti prag na korišćenu sliku i tako je konvertovati, ako nije u jednom od ta dva formata. Ukoliko je u pitanju slika u boji, potrebno ju je pomoću **Color Plane Extraction** funkcije, iz kartice **Color**, koja se nalazi među funkcijama za obradu, prebaciti u sivo-nijansiranu sliku. Tada je ona spremna za primenu OCR funkcije. Međutim, ukoliko želimo da naša slika bude binarna pre nego što na njoj primenimo OCR funkciju, potrebno je dalje dobijenoj sivo-nijansiranoj slici postaviti odgovarajući prag, upotrebom funkcije **Threshold** iz **Grayscale** kartice, koja pripada funkcijama za obradu slike. Tek kada je slika u odgovarajućem formatu, Vision Assistant nam dozvoljava da primenimo funkciju **OCR**, iz **Identification** kartice.

Pošto nemamo gotovih datoteka seta karaktera, treba odabrati **New Character Set File**. Tada se otvara prozor **NI OCR Training Interface**, koji služi za definisanje karaktera i automatski i slika koja je bila aktivna u glavnom prozoru Vision Assistant-a. Za odabir ROI, neophodno je da bude selektovan **Rotated Rectangle Tool**. ROI treba da obuhvata sve karaktere na slici i moguće lokacije karaktera na drugim slikama koje analiziramo (Slika 3).



Slika 3. Postavljanje ROI

Text Read polje prikazuje prepoznate karaktere i supstitucionni karakter, bazirano na datoteci seta karaktera koju koristimo [4]. Pošto smo kreirali novu datoteku seta karaktera, **Text Read** polje prikazuje supstitucionni karakter (koji je po default-u znak pitanja) za svaki segmentovani objekat unutar ROI. Na primer, na prethodnoj ilustraciji **Text Read** polje sadrži 17 supstitucionnih karaktera.

Pošto ROI obuhvata i priličan deo bar koda i pošto kod bar koda ovakvog tipa crne linije prodiru skroz do reda u kojem se nalaze karakteri koje želimo da pročita, OCR funkcija će smatrati da su i te linije u redu sa karakterima takođe objekti koje treba da pročita. Da se to ne bi dešavalo, treba čekirati opciju **Reject Particles Touching ROI** u **Threshold** kartici. Treba podesiti i **Remove Particles (Erosions)** na 1. Postavljanje ovog kontrolnog terminala na 1 izvršava jednu eroziju na slici. Erozija smanjuje veličinu objekata na slici uklanjanjem sloja piksela duž granice čestice, pri čemu čestica predstavlja grupu povezanih piksela [4]. Primena erozije pomaže pri razdvajanju karaktera na slici od pozadine slike. Sada se u

Text Read polju nalazi 11 supstitucionnih karaktera, koliko i ima segmentovanih karaktera koje želimo da pročita.

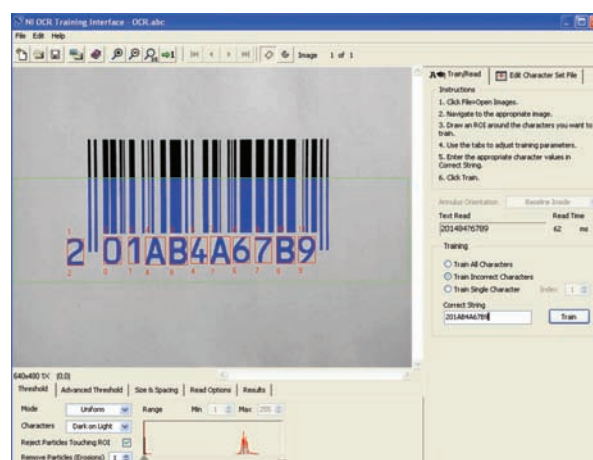
U polje **Correct String** potrebno je upisati ono što bi aplikacija i trebala da pročita, a to je u ovom slučaju 90123456789 i kliknuti mišem na opciju **Train**.

Sada možemo zatvoriti **NI OCR Training Interface** prozor i pri tom će nam biti ponuđeno da sačuvamo datoteku seta karaktera koju smo upravo napravili, što ćemo i učiniti. Nakon toga, možemo uslikati sledeći bar kod sa nizom karaktera ispod njega i ubaciti sliku u Vision Assistant pregledač slika. Ukoliko se karakteri ispod bar koda nalaze u okviru obeleženog ROI i ako se među karakterima ove slike ne nalaze karakteri kojih nije bilo na prethodnoj slici, OCR funkcija bi trebalo da prepozna sve karaktere i ispiše pročitani karakter ispod svakog od izdvojenih objekata, kao što je prikazano na Slici 4.



Slika 4. Ispravno pročitani karakteri

Pretpostavimo da smo sada uslikali nekakav bar kod ispod koga se nalaze, pored brojeva i neka slova. OCR neće biti u mogućnosti da ispravno pročita slova, jer nisu definisana, tj. ne nalaze se u datoteci seta karaktera koju smo kreirali. To znači da moramo da proširimo set karaktera definisanjem novih karaktera. Ulaskom u **OCR** funkciju izvorne datoteke u Vision Assistant-u i odabirom **Edit Character Set File** otvara se **NI OCR Training Interface** prozor. Prvo je potrebno proveriti da li su svi objekti ispravno segmentovani, a zatim u **Correct String** polje treba uneti redom sve karaktere koje je OCR trebalo da pročita, kao što se vidi na Slici 5 i kliknuti na opciju **Train**.



Slika 5. Definisanje pogrešno pročitanih slova A i B

Nakon pritiska na **Train**, promeniće se pročitani karakteri ispod objekata A i B. Sada možemo zatvoriti **NI OCR Training Interface** i sačuvati datoteku seta karaktera.

Nakon toga možemo uslikati sledeći bar kod i ubaciti ga u Vision Assistant pregledač kako bi se uverili da su slova A i B dobro definisana. Na Slici 6 se vidi da su svi karakteri dobro pročitani.



Slika 6. Provera da li su karakteri A i B dobro definisani

Čak i ako su karakteri iskrivljeni OCR će ih dobro pročitati, što se vidi na Slici 7.



Slika 7. Ispravno pročitani iskrivljeni karakteri

Isti postupak definisanja se ponavlja za bilo koje slovo. Moguće je definisati kako velika, tako i mala slova i OCR će bez problema razlikovati velika od malih slova. Moguće je definisati čak i slova koja sadrže kvačice ili tačke, jer kvačice i tačke neće biti prepoznate kao odvojeni objekti, već kao objekti u sastavu odgovarajućeg karaktera koji se nalazi ispod njih. Radi demonstracije mogućnosti algoritma po pitanju prepoznavanja vrsta karaktera, na Slici 8 je dat primer prepoznavanja brojeva i malih, velikih, kao i slova sa kvačicom ili tačkom.



Slika 8. Primer ispravnog čitanja raznih vrsta karaktera

Kartica **Edit Character Set File** u *NI OCR Training Interface* prozoru koristi se za pregled, brisanje i modifikovanje seta karaktera koji su definisani, kao i dodeljivanje referentnog karaktera klasi karaktera.

Kartica **Results** u prozoru *NI OCR Training Interface* prikazuje statistike o svim karakterima koje je OCR segmentovao u ROI na aktivnoj slici.

Ukoliko OCR funkcija više spojenih karaktera prepoznaje kao jedan objekat, potrebno je kliknuti na karticu **Size & Spacing** i na osnovu **Results** kartice, koja sadrži statistiku pronađenih objekata, smanjiti **Max** vrednost za **Bounding Rect Width**.

Kada analizira sliku, OCR koristi ROI definisan za prethodnu sliku i podešavanja koja su postavljena za prethodnu sliku, pa treba biti oprezan i često testirati algoritam na drugim slikama, jer može da se desi da jedno podešavanje nekim slikama odgovara, a nekim ne. Tako, na primer, pretpostavimo da smo promenom **Max** vrednosti za **Bounding Rect Width** na 50 rešili problem spojenih objekata. Međutim, ako nam se na nekoj sledećoj slici javi karakter čija širina je veća od 50 piksela, on neće biti ceo segmentovan kao jedan objekat i tako neće biti ni ispravno definisan, a samim tim kasnije ni ispravno pročitano.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je realizacija algoritma za optičko prepoznavanje karaktera upotrebom programa Vision Assistant, koji je deo programskog paketa LabVIEW. Pokazano je kako na jednostavan način i uz minimalne izmene podrazumevanih podešavanja korišćenog softvera, može da se kreira jedan algoritam za čitanje karaktera sa slika dobijenih pomoću USB kamere. Dati algoritam prepoznaje brojeve, velika i mala slova i slova sa tačkom ili kvačicom. Dobro radi kako pri slabom, tako i pri jakom, kao i neravnomernom osvetljenju.

5. LITERATURA

- [1] Josif Tomić, Milan Milovanović, "Virtualna instrumentacija primenom LabVIEW programa", FTN Grafički centar GRID, Novi Sad, 2010.
- [2] "NI Vision Concepts Manual", National Instruments Corporation, Austin, Texas, 2007.
- [3] "IMAQ Vision for LabVIEW User Manual", National Instruments Corporation, Austin, Texas, 2003.
- [4] "NI Vision Assistant Tutorial", National Instruments Corporation, Austin, Texas, 2007.

Kratka biografija:



Ranko Milovanović rođen je u Sremskoj Mitrovici 1986. god. Osnovne akademske - bečel-lor studije završio je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroračunarska elektronika na usmerenju za Primenjenu elektroniku u oktobru 2009. god.



Dr Josif Tomić je docent na FTN u Novom Sadu. Učestvuje u izvođenju nastave iz oblasti električnih i elektronskih merenja. Uža oblast naučnog interesovanja mu je digitalna obrada signala korišćenjem koncepta virtualne instrumentacije kao i mikroprocesorska merno-regulaciona tehnika. Član je međunarodne IEEE asocijacije i do sada je objavio više naučnih radova.

**ZAŠTITA I MEHANIZMI OPORAVKA SISTEMA ZA RUKOVANJE BAZOM
PODATAKA PRIMER MICROSOFT SQL SERVER 2000/2005/2008****SECURITY, REPLICATION AND MIRRORING WITH DBMS
MICROSOFT SQL SERVER 2000/2005/2008 CASE STUDY**Atila Pekter, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su prikazani mehanizmi i data uporedna analiza mehanizama zaštite i oporavka sistema za upravljanje bazama podataka uz oslonac na mehanizme replikacije i mirroring-a. Studija slučaja je obavljena na primeru Microsoft SQL servera 2000, 2005, i 2008. Na osnovu obavljene analize specificiran je programski paket za podršku generisanju bezbednosnih specifikacija na bazi modela šeme baze i standarda mehanizama zaštite i oporavka.

Abstract – In this article there is a brief overview of Microsoft SQL Server 2000, 2005 and 2008 security and disaster recovery mechanisms described and compared mainly considering security, replication and mirroring features. As the consequence there is a security generator software package specified, based on conceptual model of database schema and predefined security policy.

Ključne reči: Microsoft SQL server, security, mirroring, replication

1. UVOD

Savremeni poslovni informacioni sistemi pokazuju visok stepen zavisnosti od automatizovanih informacionih sistema koji im služe kao podrška. Jedan od vitalnih segmanata takvih sistema je skladište podataka koje obezbeđuje trajno čuvanje podataka neophodnih za funkcionisanje poslovnih sistema. U današnje vreme skladišta podataka se najčešće implementiraju uz oslonac na sisteme za upravljanje bazama podataka. Zaštita i oporavak baza podataka poslovnih sistema, oslonjenih na odabrani sistem za upravljanje bazama podataka, predstavljaju esencijalne zahteve koji se postavljaju pred projektante poslovnih informacionih sistema. Implementacija mehanizama zaštite i oporavka direktno zavisi od svojstava koja primenjeni sistem za upravljanje bazama podataka stavlja na raspolaganje projektantima i administratorima u različitim fazama životnog ciklusa razvoja poslovnih informacionih sistema. U radu je prikazana uporedna analiza raspoloživih mehanizama zaštite i oporavka u sklopu odabrane familije sistema za upravljanje bazama podataka kompanije Microsoft. Na osnovu analize mehanizama specificiran je i realizovan alat koji omogućava parametrizaciju i automatsko generisanje skript-ova čijom se primenom na konkretni

sistem za upravljanje bazama podataka, implementiraju specificirane mehanizmi zaštite i oporavka.

**2. BEZBEDNOST MEHANIZMI U SKLOPU
MICROSOFT SQL SERVER SISTEMA ZA
UPRAVLJANJE BAZAMA PODATAKA**

Pristup uporednoj analizi bezbednosnih mehanizama opisan u ovom radu zasniva se na dubinskom prikazu zastupljenosti karakterističnih mehanizama u sklopu analiziranih verzija MS SQL servera. U Tabeli 1. je dat prikaz bezbednosnih mehanizama koji su bili predmet analize.

	SQL Server 2000	SQL Server 2005	SQL Server 2008
Autentifikacija	+	+	+
Uloge	+	+	+
Sistem prava	+	+	+
Lanac vlasništva	+	+	+
Endpoint zaštita	-	+	+
Enkripcija	-	+	+
TDE	-	-	+
EKM	-	-	+

Tabela 1. Tabelarni prikaz bezbednosnih mehanizama

Autentifikacija – predstavlja mehanizam provere i potvrde identiteta korisnika. Kod SQL server sistema autentifikacija se vrši putem korisničkog imena i lozinke. Uporedni pregled raspoloživih tipova mehanizama provere autentičnosti korisnika, implementiranih u sklopu posmatranih DBMS, dat je u Tabeli 2.

	SQL Server 2000	SQL Server 2005	SQL Server 2008
Windows autentifikacija	+	+	+
Mešovita autentifikacija	+	+	+
Autentifikacija za ne-Windows bazirane korisnike	-	-	+

Tabela 2. Tabelarni prikaz implementiranih tipova autentifikacije

Uloge – omogućavaju da se korisnici svrstaju u karakteristične grupe koje poseduju identičan skup prava. Prava koja su dozvoljena, zabranjena ili ukinuta nekoj ulozi odnose se takođe na sve članove uloge. Standardni tipovi SQL server uloga obuhvataju:

1. Javne uloge
2. Fiksne server uloge
3. Fiksne uloge baze podataka

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je dr Branko Perišić, red. profesor.

4. Korisnički definisane uloge (od verzije SQL server 2005 dobijaju naziv Standardne uloge baze podataka)

5. Aplikacione uloge

Sistem prava – baziran je na aditivnom modelu karakterističnom za formulisanje Windows prava. Korisnik koji participira u dve ili više uloga dobija sva uniju prava koje date grupe poseduju. Uporedni pregled standardnih prava koja se mogu dodeliti ulogama u analiziranim DBMS dat je u Tabeli 3.

	SQL Server 2000	SQL Server 2005	SQL Server 2008
SELECT	+	+	+
UPDATE	+	+	+
INSERT	+	+	+
DELETE	+	+	+
EXECUTE	+	+	+
REFERENCES	+	+	+
RECEIVE	-	+	+
VIEW DEFINITION	-	+	+
ALTER	-	+	+
TAKE OWNERSHIP	-	+	+
CONTROL	-	+	+

Tabela 3. Tabelarni prikaz prava

Lanac vlasništva - kada višestruki objekti baze podataka pristupaju jedni drugima unapred utvrđenim redom ta sekvenca se naziva lanac vlasništva. Iako takvi lanci ne mogu postojati nezavisno, procena prava koja posmatrani korisnika treba dobiti nad datim objektima se može tretirati na drugi način u odnosu na pristup pojedinačnim objektima lanca.

Endpoint zaštita – U sklopu Microsoft SQL server 2005 uveden je potpuno nov koncept zaštite pristupnih tačaka – endpoint security. Da bi se ostvarila konekcija na SQL server aplikacije moraju da koriste tačno određeni port za komunikaciju, koji se definiše u postupku konfigurisanja SQL servera. Da bi se ostvarila komunikacija i pristup resorsima koje nudi SQL server klijentska strana mora uspostaviti konekcija pristupnom tačko nazvanom TDS-endpoint (*Tabular Data Stream*). Korisnički definisane pristupne tačke mogu biti konfigurisane za različite namene čime se omogućava kontrola načina pristupa uz oslonac na pripadajući vid konekcije (TSQL, SOAP, Servis Broker i Miroring Baze Podataka i sl.)

Enkripcija – Kao dodatak uz osnovne metode za kontrolu pristupa, omogućuje dodatni sloj zaštite. Kripto-zaštita se prvi put pojavljuje kod MS SQL servera u verziji 2005 i oslonjena je na sledeće savremene kripto-sistema:

- | | | |
|--------------|---------------|---------------|
| • DES | • RC4 | • 128-bit AES |
| • Triple DES | • 128-bit RC4 | • 192-bit AES |
| • RC2 | • DESX | • 256-bit AES |

TDE – *Transparent Data Encryption* (TDE) je nova mogućnost koju nudi SQL server od verzije 2008. TDE je dizajniran da nudi zaštitu celokupnoj bazi podataka u realnom vremenu, bez uticaja (bez potrebe izmena u kodu) na postojeće aplikacije. Implementacija enkripcije nad bazom podataka tradicionalno podrazumeva komplikovane izmene aplikacija kao što su modifikovanje šeme tabela, uklanjanje funkcionalnosti i značajni gubici

performanse. TDE ove probleme rešava na jednostavan način kriptujući sve, tako da se svi tipovi podataka, ključevi, indeksi i sl. mogu koristiti u kriptovanom obliku.

EKM (*Extensible Key Management*) – Baze podataka sa visokim stepenom sigurnosti poseduju veliki broj ključeva, što dovodi do potrebe za postojanjem posvećenog mehanizma za skladištenje ključeva i njihovu diseminaciju. EKM je mehanizam koji služi za određivanje odnosa među ključevima i zadužen je za skladištenje ključeva.

3. MIRRORING U SKLOPU MICROSOFT SQL SERVER SISTEMA ZA UPRAVLJANJE BAZAMA PODATAKA

Mirroring predstavlja mehanizam koji omogućava automatsko kreiranje i održavanje kopije baze na drugom serveru, u realnom vremenu, i kao mehanizam unutar linije Microsoft SQL servera pojavljuje tek od verzije 2005.

3.1. Mirroring osnovni pojmovi

Unutar mirroring-a postoje tri moguće uloge: glavna uloga (*principal*), uloga svedoka (*witness*) i uloga odraza (*mirror*).

Na Slici 1. prikazan je tok podataka između navedenih uloga.



Slika 1. Prikaz toka podataka

- Baza podataka koja se konfiguriše kao glavna uloga postaje izvor svih transakcija unutar mirroring-sesije. Glavna uloga ili primarna baza omogućava aplikativne pristupne tačke.
- Baza kojoj se dodeli uloga odraza postaje partner baze sa glavnom ulogom i stalno prima transakcije od nje. Proces mirroring-a je u stvari konstantna reprodukcija transakcija baze sa glavnom ulogom u transakcioni log i osvežavanje transakcionog loga baze sa ulogom odraza, sa ciljem da odraz sadrži identične podatke kao i glavna uloga. Mirror baza ne dozvoljava konekciju bilo koje vrste i transakcije ne mogu direktno njoj upućivati. Jedini način da se njenom sadržaju pristupi je kreiranje tzv. otiska (*database snapshot*) nad mirror bazom koji omogućava korisnicima *read-only* pristup podacima.
- Uloga svedoka je da bude arbitar unutar mirroring-režima rada i da obezbedi serijsku iskoristivost (sinronizaciju) jedne instance SQL servera. U slučaju da

glavna baza zakaže i svedok potvrdi grešku, mirror baza može preuzeti ulogu glavne baze i omogućiti pristup podacima koji su u njoj uskladišteni. Server sa ulogom svedoka od servera glavne uloge i odraza razlikuje u tome što jedan svedok može da posluži više mirroring procesa, dok glavna uloga može da ima samo jedan odraz i obrnuto.

Postoje tri načina konfigurisanja rada mirroring-mehanizama: Visoka raspoloživost (High Availability), Visoka performansa (High Performance) i Visok novo sigurnosti (High Safety).

- High Availability način rada omogućuje otpornu sinhronu razmenu transakcija između primarne baze i odraza. Ovaj način rada obezbeđuje automatsko detektovanje greške i automatski oporavak (failover).

- High Performance način rada omogućava izostavljanje svedoka i ne podržava automatsko detektovanje greške niti automatski oporavak.

- High Safety način rada prenosi transakcije sinhrono ali bez prisustva svedoka. Sinhrona komunikacija garantuje da su sve transakcije potvrđene na primarnom serveru prethodno potvrđene i na odrazu. Nedostatak svedoka onemogućava automatski oporavak u slučaju pada primarnog servera.

3.2. Inicijalizacija mirroring mehanizma

Da bi se pripremila mirroring sesija, baza podataka koja će imati ulogu odraza baze podataka mora da se dovede do tačke koja je transakciono bliska sa bazom koja će imati ulogu glavne baze podataka.

Tačka koja se odabere ne mora da bude veoma bliska sa trenutnim stanjem glavne baze podataka, ali što se bliža tačka odabere to će manje vremena biti potrebno da se ostvari sinhronizovano stanje.

Model oporavka određuje koja količina gubitka podataka je dopustiva prilikom otkaza i koje funkcije za obezbeđenje oporavka su dovoljene. Postoji tri tipa modela oporavka:

- *full recovery*
- *simple recovery*
- *bulk-logged recovery*

Svaka baza, učesnik u mirroring procesu, mora da bude podešena da se nalazi u *full recovery* modelu, što pbezbeđuje da se baza može povratiti u stanje u kome se nalazila u proizvoljnom trenutku vremena.

Detaljan opis modela oporavka nalazi se na:

<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms189275.aspx>

Potrebno je uraditi pravljenje rezervne kopije baze podataka i zatim povratiti podatke iz rezervne kopije na bazu sa ulogom odraza.

Poslednji korak pri inicijalizaciji mirroring-a jeste kopiranje potrebnih sistemskih podataka. Mirroring proces je zadužen samo za konzistenciju stanja primarne i mirror baze, a podaci kao login-i, *SQL Server Integration Services (SSIS)*, *SQL Server Agent Jobs*, dodatne poruke o greškama ili slične podatke koji su konfigurisani za server koji sadrži primarnu bazu, moraju biti ručno kopirani da bi ceo sistem mogao funkcionisati bez poremećaja.

4. REPLIKACIJA U SKLOPU MICROSOFT SQL SERVER SISTEMA ZA UPRAVLJANJE BAZAMA PODATAKA

Replikacija je mehanizam distribucije podataka koji obezbeđuje da se izmene podataka na jednoj bazi distribuira na drugu ili više drugih baza, sa kojima je data baza u replikacionom modelu.

4.1. Elementi replikacije

Članovi (*articles*) – članovi su osnovni gradivni elementi replikacije i predstavljaju najviši nivo granulacije distribucije podataka. Član može biti kreiran nad tabelom, pogledom ili funkcijom. Najbitniji članovi u slučaju *high availability* modela su članovi definisani nad tabelama.

Publikacije (*publications*) – publikacije se sastoje od skupa članova koji čine replikacioni set. Publikacije predstavljaju najviši stepen granulacije unutar replikacione arhitekture.

Filteri (*filters*) – filteri mogu pomoći pri replikaciji, tako što omogućavaju da filtriramo podatke po kolonama, te možemo u slučaju osetljivih podataka da isključimo datu kolonu iz replikacije i sl.. Filteri takođe mogu filtrirati i po redovima, u tom slučaju imamo tri vrste filtera:

1. static row filter
2. dynamic row filter
3. join filter

4.2. Replikacione uloge

Postoje tri različite uloge prilikom korišćenja replikacije.

Objavljiivač (*publisher*) – rukuje originalnim podacima unutar replikacione arhitekture. Objavljiivač je taj koji mora sadržati set podataka koji se replicira.

Pretpatnik (*subscriber*) – je baza koja prima izmene od replikacionog aparata definisane putem publikacije na koju je pretplaćen. Svaki pretpatnik može primati izmene više publikacija.

Distributer (*distributor*) – glavni uređaj unutar replikacione arhitekture. Distribucionna baza se nalazi na instanci servera konfigurisanom kao distributor. Distributer je mesto gde rade svi distribicioni agenti unutar svih replikacionih arhitektura.

4.3. Replikacione topologije

Topologije replikacione arhitekture predstavljaju načine na koji je moguće implementirati replikacioni mehanizam. Različite topologije se koriste u različite svrhe.

	SQL Server 2000	SQL Server 2005	SQL Server 2008
Centralni publikator	+	+	+
Centralni pretpatnik	+	+	+
Centralni publikator sa udaljenim distributerom	+	+	+
Centralni distributer	+	+	+
Publikujući pretpatnik	+	+	+
Peer – to – peer	-	+	+

Tabela 3. Tabelarni prikaz replikacionih topologija

Uz ovde navedene postoje još i druge topologije koje se, u krajnjoj instanci, svode prethodno diskutovane.

4.4. Replikacioni agenti

Replikacija nije deo osnovnog SQL Server aparata, već radi van SQL server engine-a pomoću niza izvršnih datoteka poznatih kao replikacioni agenti. Stoga se replikacioni mehanizam može smatrati samo još jednom aplikacija konektovanom na SQL server. U Tabeli 3. dat je prikaz replikacionih agenata kod različitih MS SQL servera.

	SQL Server 2000	SQL Server 2005	SQL Server 2008
Snapshot agent	+	+	+
Log reader agent	+	+	+
Distribution agent	+	+	+
Merge agent	+	+	+
Queue reader agent	-	+	+

Tabela 3. Tabelarni prikaz replikacionih agenata

- Snapshot Agent – je ustvari *snapshot.exe* i zadužen je za izvlačenje šeme i podataka koje treba replicirati. Koristi se kod sve tri vrste replikacije.
- Log Reader Agent – *logreda.exe* koristi se da bi se izdvojile transakcije iz transaction log-a koje treba da se repliciraju. Log Reader Agent je zadužen da se nakon izdvajanja transakcija svaka transakcija ponovno upakuje i sačuva na distributeru u tačnom redosledu kako su transakcije izvršavane na publisheru.
- Distribution Agent – *distrib.exe* upotrebljava se kod snapshot i transactional replikacija, ima dvostruku ulogu da prihvata snapshot i šalje transakcije. Zadužen je za prosleđivanje svih transakcija poslanih od strane Log Reader Agentu svim pretplatnicima. Takođe ima zadatak da prosledi sve snapshote generisane od strane snapshot ili transactional replikacija svim pretplatnicima.
- Merge Agent – *replmerg.exe* koristi se samo kod merge replikacije. Ovaj agent prihvata snapshot generisan prilikom inicijalizacije pretplatnika. Takođe je zadužen za razmenu transakcija između objavljivača i pretplatnika.
- Queue Reader Agent – *qrdrsvc.exe* se koristi samo ako je omogućena *queued updating* opcija kod snapshot ili transactional replikacija. Queue Reader Agent je zadužen za prenos izmene sa pretplatnika na objavljivača.

4.5. Replikacioni metodi

Replikacioni aparat poznaje tri različita metoda repliciranja podataka:

1. snapshot replikacija - uzima ceo set podataka i šalje ga tokom svakog ciklusa. Svaka transakcija koja se pojavi kod objavljivača se „hvata“ i šalje pretplatniku sledeći put kada se snapshot pokrene. Koristi Snapshot Agent i Distribution Agent.
2. transactional replikacija - počinje inicijalnim snapshot-om koji se prosleđuje na pretplatnika da bi se obezbedila sinhronizacija dveju baza. Čim se desi izmena na objavljivaču replikacioni aparat izmenu primenjuje i na pretplatioca. Zbog ove osobine transactional replikacija je pogodna za održavanje rezervne kopije baze podataka.
3. merge replikacija – u osnovi ovaj tip replikacije je namenjen za sisteme gde objavljivač i pretplatnik nisu u stalnoj vezi. Za razliku od transactional replikacije izmene su moguće na obe strane i na objavljivaču i na

pretplatniku, te merge engine razmenjuje sve izmene na obe strane u svakom ciklusu Merge Agentu.

4.5. Konflikti podataka

U sistemima kod kojih se izmene mogu desiti na više mesta nad istim podacima moguća je pojava konflikta podataka. Konflikti podataka se u nekim slučajevima javljaju kod merge i transactional replikacija. Razlikujemo sledeće tipove konflikata:

1. Ubacivanje već postojećeg primarnog ključa, koji se javlja kada dva korisnika ubacuju isti primarni ključ na objavljivaču i pretplatniku.
2. Konflikt pri osvežavanju, koji se javlja kada dva korisnika menjaju nezavisno isti red u tabeli na objavljivaču i pretplatiocu.
3. Osvežavanje nepostojećeg reda u tabeli, koji se javlja kada korisnik osvežava red sa jedne strane replikacione arhitekture, a isti taj red sa druge strane drugi korisnik ukloni iz tabele.

Rešavanjem konflikata podataka bavi se *conflict resolver*. Postoje dve mogućnosti rešavanja konflikta:

1. Objavljivač uvek pobeđuje
2. Pretplatnik uvek pobeđuje

Dosledno nazivima u slučaju kada objavljivač uvek pobeđuje, izmene koje su načinjene na objavljivaču nadjačavaju one na pretplatniku, a u drugom slučaju izmene načinjene na pretplatniku nadjačavaju izmene na objavljivaču. Replikacija je manje više ista kod sve tri verzije Microsoft SQL servera u kasnijim verzijama dodata su poneka proširenja koja znatno ne menjaju sadržaj replikacije.

5. ZAKLJUČAK

Nakon detaljne analize može se ustanoviti da su nedostaci sigurnosnih sistema kod Microsoft SQL Servera 2000 u kasnijim verzijama poboljšani u velikoj meri. Takođe su proširene mogućnosti podešavanja replikacionih modela. Mirroring koji se javlja tek u verziji Microsoft SQL Server 2005 predstavlja veoma pogodan mehanizam za obezbeđenje relativno visokog stepena raspoloživosti baze podataka. Uz oslonac na opisane mehanizme Microsoft SQL Servera moguće je u velikoj meri smanjiti rizik od gubitka podataka i obezbediti kontrolisano jak sigurnosni mehanizam, koji štiti podatke od neautorizovanog pristupa i eventualnog uništenja.

6. LITERATURA

- [1] Mike Hoteck, *MCTS Self - Paced Training Kit (Exam 70-432): Microsoft SQL Server 2008 – Implementation and Maintenance (Training Kit)*, Redmond, Microsoft Press, 2009
- [2] <http://technet.microsoft.com/en-us/library/>
- [3] <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/>
- [4] <http://www.sql-server-performance.com/>
- [5] <http://www.databasejournal.com/features/mssql/>

Kratka biografija:



Atila Pekter rođen je u Subotici 1986. god. Apsolvent master studija na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu na odseku Elektrotehnika i računarstvo.

**JAVA CARD I GLOBAL PLATFORM SPECIFIKACIJA - PRIMER RAZVOJA APLETA
UZ OSLOMAC NA RADNI OKVIR SERVISA****JAVA CARD AND GLOBAL PLATFORM SPECIFICATION – THE EXAMPLE OF
SERVICE FRAMEWORK-BASED APPLLET DEVELOPMENT**Danijel Venus, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je analizirana Java Card tehnologija u kontekstu GlobalPlatform specifikacije i prezentiran koncept razvoja aplikacija uz oslonac na radni okvir (Service framework). Poseban akcenat je stavljen na razvoj pseudo fajl sistema i sigurnosnih mehanizama na kojima se dalje temelje Java Card bazirani servisi (aplikacije).

Abstract – In this article there are Java Card technology and GlobalPlatform specification usage analyzed. The special attention is focused on the application development based on Service framework. The practical usage is demonstrated on a pseudo file system and a security mechanism plug-in development.

Ključne reči: java card, smart card, csf, global platform

1. UVOD

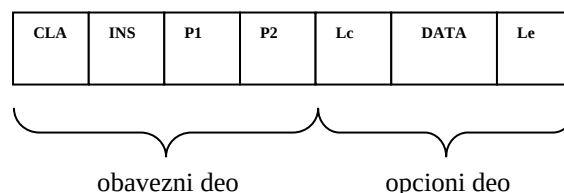
Savremeni pristup servisima u domenu informacionih tehnologija se sve više oslanja na aktivne komponente koje korisnici nose sasobom. Smart kartice predstavljaju tipičan primer. Pod smart karticama se podrazumevaju kartice koje poseduju „čip“. Na osnovu vrste sadržanog čipa dele se na: kartice sa memorijskim čipom i kartice sa mikrokontrolerom. Kartice sa memorijskim čipom se dele na one koje poseduju i one koje ne poseduju sigurnosnu logiku. Kartice sa mikrokontrolerom mogu posedovati sporedni mikrokontroler (numerički koprocesor) namenjen za podršku kriptozastiti, sa danas najrasprostranjenijim osloncem na asimetrične kriptografske algoritme. S obzirom na domen primene kod smart kartica je esencijalno postojanje standarda čijom doslednom primenom se omogućava korišćenje, u sklopu istog sistema, kartica različitih proizvođača kao i kartica koje su proizvedene uz oslonac na različite tehnologije. ISO/IEC-7816 (1-15) predstavlja jedan od najzastupljenijih specifikacija u ovoj oblasti.

Delovi 1 i 2 ove specifikacije posvećeni su o fizičkim i električkim karakteristikama a deo 3 transmisionim protokolima. Komunikacija sa karticom se na aplikacionom nivou obavlja putem razmene APDU (Application Processing Data Unit) komandi i zasnovana je na klijent-server arhitekturi.

Na nižem, transmisionom nivou, APDU se najčešće prenosi korišćenjem dva protokola označena kao T0 (bajt) i T1 (blok). Zbog svoje prirode T0 protokoli su jako

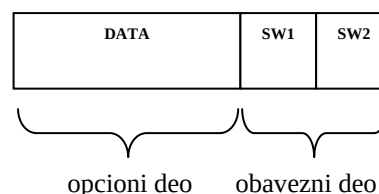
zavisni od aplikacionog sloja dok je protokol T1 potpuno transparentan. U konkretnim primenama zbog svoje jednostavnosti T0 protokol je dominantan.

Komunikacija je zasnovana na konceptu komanda-odgovor. Za svaku komandu koju CAD (Card Accepting Device) pošalje kartici, neophodan je povratni odgovor. C-APDU su komande koje se šalju prema kartici i njihov format je prikazana na Slici 1.



Slika 1. Format C-APDU komande

- CLA polje je dužine 1 bajt i sadrži informacije o identifikatoru logičkog kanala kroz koji se šalju komande (bitovi b2,b1), indikatoru da li je u pitanju sigurnosna komanda (bitovi b4,b3) i samoj vrednosti klase komande kodiranoj u bitovima b8-b5 Identifikator logičkog kanala je ceo broj u intervalu [0,3].
 - INS polje je dužine 1 bajt i predstavlja kôd instrukcije komande.
 - P1 i P2 su dužine 1 bajt svaki i predstavljaju dodatne parametre same komande.
 - Lc polje je dužine 1 bajt ako postoji i predstavlja broj bajtova u DATA polju.
 - DATA polje je dužine Lc bajtova i predstavlja podatke komande.
 - Le polje je dužine 1 bajt ako postoji i predstavlja maksimalni (očekivani) broj bajtova koje kartica nakon obrade komande vraća klijentu.
- R-APDU su komande koje kartica vraća kao odgovor. Format ovih komandi je prikazan na Slici 2.



Slika 2. Format R-APDU komande

- DATA polje je maksimalno dužine Le bajtova i predstavlja podatke odgovora ako postoje.
- SW1 i SW2 su dužine 1 bajt svaki i predstavljaju status obrade C-APDU komande koji može biti iz klasa uspešno obrađenih, obrađenih sa upozorenjem i neobrađenih sa greškom.

NAPOMENA:

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

JavaCard™ specifikacija [1] opisuje pravila funkcionisanja JVM (Java Virtual Machine) na kartici kao i celokupno izvršno okruženje JCRE (Java Card Runtime Environment). U glavne elemente koji su opisani JCRE specifikacijom spadaju:

- Životni vek JVM. JVM nikad ne prestaje sa radom. Pri prestanku napajanja kartice iz CAD uređaja, JVM prelazi u pasivno stanje, čekajući ponovo kontakt sa CAD.
- Životni vek Java Card aplikacija (apleta).
- Selekcija apleta i logički kanali komunikacije.
- Definicija dve vrste objekata u aplikaciji (perzistentni i tranzijentni).
- Kontekst izvršavanja apleta i firewall mehanizmi
- Transakcioni mehanizmi
- Specifikacija RMI (Remote Method Invocation) servisa
- Instalacija i deinstalacija apleta.

Pored *JavaCard™* postoje i druge dve dominantne platforme: *Windows® Powered Smart Cards* i *MULTOS™*.

Za razliku od *JavaCard™*, *GlobalPlatform®* specifikacija [2] se temelji na propisivanje načina upravljanja karticom. Ona definiše način funkcionisanja više aplikacija različitih dobavljača na istoj kartici uvođenjem novog elementa nazvanog – *Security Domain*. Svaka instalirana aplikacija na kartici ima instancu sigurnosnog domena koji predstavlja dobavljača aplikacije ili izdavača kartice. Sigurnosni domeni u ime aplikacije izvršavaju „osetljive“ operacije (otvaranje sigurnosnih kanala, obrada sigurnosnih komandi, postavljanje statusa aplikacija, učitavanje novih i brisanje postojećih aplikacija ili modula sa kartice, ažuriranje ključeva i sl.).

2. JAVA CARD

Razvoj Java Card aplikacija se ne razlikuje bitno od razvoja standardnih Java aplikacija. Apleti i ostali referentni elementi, koji zajedno čine izvršivi modul na kartici, se pišu na Java programskom jeziku. Vršiti se standardna kompilacija izvornih datoteka odgovarajućim Java kompajlerom. Konverter zatim vrši konverziju *class* datoteka u jednu datoteku sa ekstenzijom *cap*. *Cap* datoteka je po formatu identična *jar* datoteci i poseduje dovoljno informacija da bi se učitala na karticu. Postoji i implementacija konvertera koji se dobija zajedno sa JCDE (Java Card Development Environment) razvojnim okruženjem.

Resursi kartice uslovljavaju niz ograničenja prilikom pisanja Java Card aplikacija. Najvažnija ograničenja obuhvataju: ne postojanje dinamičkog učitavanja klasa, niti, kloniranja i finalizacije objekata. Podskup ključnih reči (*native*, *synchronized*, *transient*, *volatile*, *strictfp*), kao i podskup tipova (*char*, *double*, *float*, *long* i *int*) nisu podržani ili predstavljaju opcije. Mehanizam brisanja nekorišćenih objekata (*Garbage Collector*) je opciono podržan preko metode *JCSystem.requestObjectDeletion*. Mehanizmi uvedeni od verzije Java 1.5 (generički tipovi, anotacije i enum) uglavnom nisu podržani.

Apleti primaju APDU komande, obrađuju ih i klijentu šalju odgovor. Pre bilo kakve komunikacije sa apletom, on se mora selektovati na nekom od otvorenih logičkih

kanala primenom ISO/IEC-7816 SELECT komande. Razvijani aplet mora naslediti klasu *javacard.framework.Applet* i definisati statičku metodu *install* koja se poziva samo jednom od strane JCRE u toku instalacije apleta na karticu. U *install* metodi se mora instancirati dati aplet i pozvati njegova metoda *register* koja registruje instalirani aplet u izvršnom okruženju. Nakon uspešne registracije apleta, on postaje sposoban za selekciju i obradu komandi. Obrada komandi se vrši preko metode *process* koja prima objekat APDU komande.

JCRE poseduje sigurnosne mehanizme za izvršavanje pojedinih apleta. Svi apleti iz istog paketa dele jedan kontekst izvršavanja koji je ograničen mehanizmom zaštitne barijere (*firewall*). Objekat iz jednog paketa ne može pristupiti čak ni javnim metodama i poljima objekta drugog paketa. Ovaj mehanizam provere se vrši na nivou JVM čime se sprečava narušavanje integriteta funkcionisanja aplikacija iz jednog paketa instaliranjem „zlonamernih“ apleta na kartici. Ukoliko je neophodno ostvariti određen nivo komunikacije između dva apleta iz različitih konteksta izvršavanja, moguće je drugom apletu izvesti određen broj metoda preko deklarisanog interfejsa, koji nasleđuje *javacard.framework.Shareable*. Izvoženje kontroliše sam aplet koji izvozi dati objekat i poseduje mogućnost provere ko traži objekat, tako da je moguće i odbiti zahtev u slučaju ako ciljni aplet nije „prepoznat“. Zahtev za dobijanje interfejsa se izvodi preko metode *JCSystem.getAppletShareableInterfaceObject*.

Vek trajanja objekata je realizovan obrnuto od standardnog Java izdanja. Svi objekti kreirani na standardni način su perzistentni u memoriji. Memorija koja se koristi za ovakve slučajeve je EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) i eventualno ROM (Read Only Memory) za slučajeve fabričke inicijalizacije objekata na kartici. Da bi se kreirao objekat tranzijentne prirode koristi se metoda sa prefiksom u nazivima *JCSystem.makeTransient...* Tranzijentni objekti nisu u punom smislu reči nepostojani, već samo njihov sadržaj. Objekat je perzistentan, ali njegov sadržaj nije i on se resetuje na inicijalne vrednosti (byte na 0 i sl.) prilikom ispunjenja određenih uslova. Postoje dve vrste tranzijentnih objekata: objekti čiji se sadržaj resetuje prilikom resetovanja kartice i objekti čiji se sadržaj resetuje prilikom deselekcije aplikacije. Sadržaj tranzijentnih objekata se obično nalazi u RAM memoriji kartice.

Specifikacija takođe definiše transakcione mehanizme preko metoda *JCSystem.beginTransaction* i *JCSystem.commitTransaction*. Dovoljno detaljno je specifikovan način na koji se potvrđuje transakcija ili povlači. Unutar transakcije svi perzistentni objekti su uslovno ažurirani. Transakcija se ne povlači kompletno u trenutku ako na primer prestane napajanje kartice usled izvlačenja iste iz CAD terminala, već se prilikom sledećeg kontakta sa CAD terminalom vrši ažuriranje sadržaja odnosno samo povlačenje transakcije pre bilo kakvih drugih obrada pristiglih APDU komandi koje bi potencijalno narušile integritet objekata. Tranzijentni objekti ne učestvuju u transakciji. Transakcija je ograničena memorijskim sposobnostima kartice. Provera koliko je prostora ostalo se može obaviti pozivom metoda *JCSystem.getMaxCommitCapacity* i *JCSystem.getUnusedCommitCapacity*.

3. JAVA CARD SERVICE FRAMEWORK

Java Card raspolaže sa jednostavnim radnim okvirom za građenje apleta agregacijom servis komponenti. Servis komponenta implementira interfejs *javacard.framework.service.Service*.

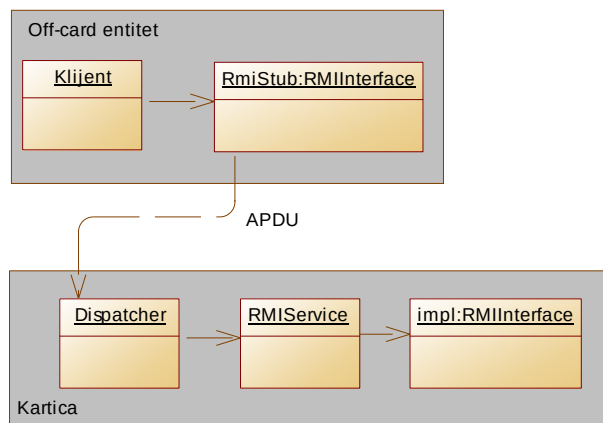
Interfejs poseduje metode za obradu APDU komandi, pre-procesiranje i post-procesiranje komandi. Postoji i pogodna klasa *BasicService* koja realizuje uobičajene poslove rukovanja sa APDU komandama odnosno definisanja CSF (*Common Service Format*) podataka u APDU baferu. Agregiranje servis komponenti se obavlja pomoću klase *Dispatcher*. Klasa je takođe zadužena za prosleđivanje komandi servis komponentama.

Orkestracija servis komponenti je urađena u formi *pipeline* arhitekture. Prvi servis u nizu prima komandu i ako je prepoznata obrađuje je i signalizira dispečera da je komanda obrađena. U suprotno komanda se prosleđuje sledećoj servis komponenti u nizu. Jedina implementacija servis komponente koja je uključena u standardnu Java Card ediciju jeste *RMIService*.

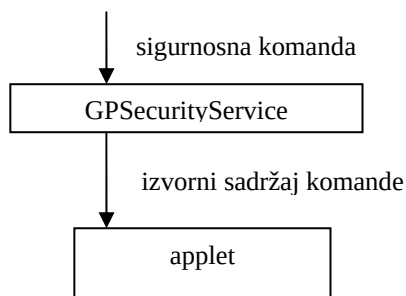
Na Slici 3 prikazan je način realizacije RMI komunikacije. *RMIService* je zadužen za konverziju APDU komandi u poziv metoda objekta koji implementira *Remote* interfejs i obratno.

Korisna posledica servis komponenti je implementacija komponente *GPSecurityService* koja vrši sigurnosne komunikacije kroz komunikacioni kanal između klijenta i kartice u ime apleta (Slika 4.).

Jednom implementirana servis komponenta, može se koristiti u svim apletima kojima je potrebno otvaranje sigurnosnog kanala sa klijentom. Samo otvaranje kanala i sigurnosna komunikacija sa strane kartice se oslanja na korišćenje API GlobalPlatform standarda čija se implementacija nalazi na kartici.



Slika 3. RMI komunikacija između klijenta i kartice



Slika 4. Transparentija sigurnosnih komandi

Ovakvu komponentu treba uvezati pre svih ostalih kako bi obavila neophodno pre-procesiranje komandi (u zavisnosti od nivoa sigurnosti, odmotavanje komandi koja je šifrirana i sl.). Na taj način razvoj samog apleta i komunikacija sa klijentom postaje transparentna u odnosu na sigurnosne mehanizme.

Pristupanje servisima pridruženog domena aplet obavlja uz oslonac na metode klase *org.globalplatform.GPSystem* i, specijalno za radnje sa sigurnosnim kanalom, preko interfejsa *SecureChannel* koji se dobija preko klase *GPSystem*.

Značajne metode interfejsa *SecureChannel* su: *processSecurity* koji procesira komande iz GlobalPlatform specifikacije relevantne za rukovanje sa sigurnosnom komunikacijom, *wrap* koji umotava komande pre slanja kao odgovora klijentu, *unwrap* koji odmotava komande pre procesiranja od strane ostalih servis komponenti. Odmotavanje vrši dekripciju sadržaja ako je on bio pre toga kriptovan, proveravanje integriteta podataka i autentičnosti. Umotavanje radi slične stvari u zavisnosti od traženog sigurnosnog protokola.

4. PRIMER JAVA CARD APLIKACIJE UPOTREBOM SERVIS KOMPONENTI

Kao primer agregiranja servis komponenti odabran je razvoj pseudo fajl sistema. Postoji skup komandi iz ISO/IEC-7816 standarda koji se bave manipulacijom fajl sistemom kartice. Takođe isti standard definiše i organizaciju samog fajl sistema. Ovakav fajl sistem Java Card kartice nije direktno vidljiv krajnjem klijentu iz bezbednosnih razloga. Pošto se sami apleti i drugi osetljivi podaci takođe nalaze u sklopu fajl sistema, kao i sadržaj aplikacije u vreme izvršavanja, direktna manipulacija sa fajl sistemom, čak i sa sigurnosnom politikom zaštite pristupa pojedinim datotekama, nije preporučljiva. Zbog toga JCRE „maskira“ ceo fajl sistem i klijentu nudi samo mogućnost selekcije aplikacije i vršenje komunikacije uz oslonac na APDU komande.

Realizacija fajl sistema je urađena kao servis komponenta *JCFileSystemService* tako da ju je moguće inkorporirati u bilo koji aplet koji zahteva skladištenje podataka. Pošto je preporučljiva praksa da se celokupni memorijski prostor apleta (a time i prostor servis komponente) unapred alokira, to radi i ova komponenta. Dodavanje datoteka i logički brisanje datoteka i sadržaja je realizovano logički. Fajl sistem je organizovan hijerarhijski sa *root* datotekom na vrhu. Svaka datoteka sadrži skup zapisa *records* jednake ili varijabilne dužine. Takođe svaka datoteka referencira skup drugih datoteka. Pored same definicije strukture, datoteka poseduje pravila vezana za pristup: privilegije za čitanje, pisanje i postavljanje statusa (logički brisanje i dodavanje) zapisa i datoteke. Struktura i pravila se definišu pri samom instanciranju servisa, kao i alokacija potrebnog memorijskog prostora. U tabeli 1. je prikazan skup komandi koje ova servis komponenta prepoznaje.

Tabela 1. Spisak komandi fajl sistema

	CLA (hex)	INS (hex)
READ RECORD	0x80	0x02
UPDATE RECORD	0x80	0x04
GET INDICES	0x80	0x06
SET STATUS	0x80	0x08

Pošto je struktura hijerarhijska, referenciranje pojedinih zapisa i datoteka se vrši preko odgovarajućih putanja u okviru *root* datoteke.

READ RECORD komanda vrši čitanje sadržaja jednog zapisa. Vrednosti parametara *P1* i *P2* određuju proces čitanja (inicijalizacija čitanja na zadatu putanju, sledeći blok podataka zapisa i slično).

UPDATE RECORD komanda vrši ažuriranje sadržaja jednog zapisa. Vrednosti parametara *P1* i *P2* određuju proces ažuriranja (inicijalizacija ažuriranja, sledeći blok prenosa podataka na karticu, potvrda ažuriranja).

GET INDICES komanda vraća statuse svih zapisa, ili svih datoteka u zavisnosti od vrednosti parametra *P1*, referencirane datoteke.

SET STATUS komanda vrši postavljanje statusa zapisa ili datoteke u zavisnosti od vrednosti parametra *P1* i *P2*. Status je logički aktivan ili logički pasivan.

Prilikom izvršenja ovih komandi proverava se stanje logičkog kanala komunikacije. Ako stanje ispunjava uslove definisane u referenciranoj datoteci, komanda se uspešno izvršava, ako ne ispunjava, vraća se odgovor sa statusom greške. Skup pravila za pristup datoteci je neka od sledećih:

- Nema pravila (slobodan pristup datoteci).
- Kljent je autentikov.
- Kljent je autentikov i komunikacija zadržava integritet prenetih podataka.
- Kljent je autentikov i komunikacija zadržava integritet i tajnost prenetih podataka.
- Kombinacija sa verifikovanim vlasnikom kartice za prethodna četiri slučaja (PIN-Personal Identification Number verifikovan).

Provera se oslanja na *GlobalPlatform* API. Nivo sigurnosti kanala se proverava metodom *getSecurityLevel* interfejsa *SecurityChannel*, dok se verifikacija PIN vrednosti ili provera da li je PIN verifikovan u trenutnoj sesiji između CAD terminala i kartice vrši metodom *verify* i *isVerified* interfejsa *CVM* (Card Holder Verification Method) kojim se pristupa preko klase *GPSystem*.

Agregacijom servis komponente *JCFileSystemService* i *GPSecurityService* se dobija aplikacija koja ima sposobnost pružanja usluga čitanja i skladištenja podataka kako „neosetljive“ tako i „osetljive“ prirode.

3. ZAKLJUČAK

Postoji veliki broj standarda, kako industrijskih tako i globalnih, koji diktiraju razvoj u domenu smart kartica. Mnogi među njima moraju garantovati kompatibilnost. Primer su Java Card, GlobalPlatform i ISO/IEC-7816 standardi. Svaki od njih samostalno ne čini infrastrukturu koja može funkcionisati u realnom okruženju.

Java Card definiše aspekte razvoja i funkcionisanja aplikacija za smart card platformu, dok GlobalPlatform propisuje arhitekturu upravljanja karticom i njene sigurnosne aspekte.

Service framework i konstrukcija apleta agregiranjem servis komponenti je fleksibilno rešenje u većini slučajeva razvoja apleta.

Primer je realizacija apleta koji komunikaciju sa klijentom ostvaruju RMI metodom. Jedan način za dodatnu obradu APDU komandi (npr. umotavanje i odmotavanje komandi) je ubacivanjem još jedne servis komponente pored komponente *RMIService*.

Drugi značajan primer radnog okvira servisa je omogućavanje transparentnog razvoja i funkcionisanja apleta u odnosu na sigurnosne mehanizme koje nudi asociрани sigurnosni domen za tu aplikaciju.

4. LITERATURA

- [1] Sun Microsystems, “Runtime Environment Specification, Java Card™ Platform, Version 2.2.1”, California, October 2003.
- [2] GlobalPlatform, “Card Specification, Version 2.1.1”, March 2003.
- [3] Sun Microsystems, “Virtual Machine Specification, Java Card™ Platform, Version 2.2.1”, California, October 2003.
- [4] W. Rankl, W.Effing, “Smart Card Handbook, Third Edition”, © Carl Hanser Verlag, Munich/FRG, 2002.

Kratka biografija:



Danijel Venus rođen je u Novom Sadu 1986. god. Na Fakultetu tehničkih nauka se upisao 2005. godine na odseku za Računarstvo i automatiku. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i Automatika odbranio je 2010.god

**STATIČKA ESTIMACIJA STANJA U PRENOSNIM MREŽAMA SA UVAŽENIM
SISTEMSKIM MERENJIMA FAZORA****STATIC STATE ESTIMATION IN TRANSMISSION NETWORKS WITH CONSIDERED
SYSTEMATIC PHASOR MEASUREMENTS**Jelena Đukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*Oblast – **ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad obrađuje značajnu temu statičke estimacije stanja sa uvedenim merenjima uglova fazora napona i struja u prenosnim mrežama. Opisane su tehnologije faznih merenja i razvoj PMU uređaja kao alata merenja. Posebna pažnja data je opisu integracije PMU merenja u statičkoj estimaciji stanja u cilju popravljivanja tačnosti rezultata estimacije.

Abstract – This work represents an important topic of a static state estimation with a phasor angles introduced by measuring voltages and currents in transmission networks. It describes the technology development of a phase measurements and PMU devices, as tools for measurement. Special attention is given to the description of the integration PMU measurements in the static state estimation to improve the accuracy of the results of estimation.

Ključne reči: EMS, SE, PMU, WLS, prenosna mreža

1. UVOD U ESTIMACIJU STANJA

Osnova za praktično sve proračune vezane za analizu, upravljanje, eksploataciju, itd. jednog elektroenergetskog sistema (prenosnog ili distributivnog) je svakako poznavanje njegovog aktuelnog režima. Zbog toga je estimacija stanja osnovna energetska funkcija za najveći broj elektroenergetskih proračuna. Ta funkcija se sastoji iz dva koraka [1]:

- Konvertovanje telemetrisanih (aktuelnih) merenja iz realnog vremena i pseudo merenja u pouzdan vektor stanja.
- Rekonstrukcija celokupnog režima sistema na osnovu vektora stanja. (Pod vektorom stanja se podrazumeva skup fazora napona svih čvorova elektroenergetskog sistema).

Oblast koja se bavi elektroenergetskim sistemima se dalje grana u dva osnovna pravca. S jedne strane, velika pažnja se poklanja izučavanju stacionarnih (ili statičkih) pojava u sistemu, što podrazumeva neizbežnu upotrebu modela zasnovanih na algebarskim jednačinama. Ovde se proračunavaju moduli i fazni uglovi fazora napona u čvorovima, kao i druge sistematske promenljive.

Ovi proračuni se razlikuju od proračuna tokova snaga i drugih "tačnih" (u granicama propisanih tolerancija) algoritama u dva značajna aspekta – neki ulazni podaci su netačni ili nedostaju, i algoritmi za proračun moraju biti ekstremno brzi, što za sobom povlači razne ekstremizacije i uvođenje u proračun adekvatnih postupaka koji ga ubrzavaju.

U suštini, statička estimacija stanja predstavlja on-line proračune tokova snaga, na bazi periodičnog merenja iz sistema, sa frekvencijama od nekoliko minuta. S druge strane veliki broj stručnjaka se angažuje i na razmatranju dinamičkih procesa u sistemu, pri čemu se koriste metode zasnovane na diferencijalnim jednačinama.

2. TEHNOLOGIJA FAZNIH MERENJA

Uglovi fazora napona u čvorovima elektroenergetskog sistema (EES-a) zahtevaju posebnu pažnju. Razlog za to je što oni određuju tokove aktivnih snaga po vodovima, pošto je tok aktivne snage srazmeran sa $\sin$ i $\cos$ razlike uglova fazora napona u dva čvora na kraju voda. Tokovi aktivnih snaga po vodovima su vrlo značajni u mnogim problemima planiranja i eksploatacije EES-a. To posebno važi u savremenim EES-ima, gde se teži da se prenosna mreža maksimalno koristi (blizu granice prenosnih mogućnosti).

U prošlosti merenje uglova fazora napona nije bilo moguće, već su se oni dobijali proračunom (korišćenjem modela tokova snaga ili statičke estimacije stanja). Međutim, razvojem tehnologije stvaraju se uslovi za direktno merenje uglova fazora napona.

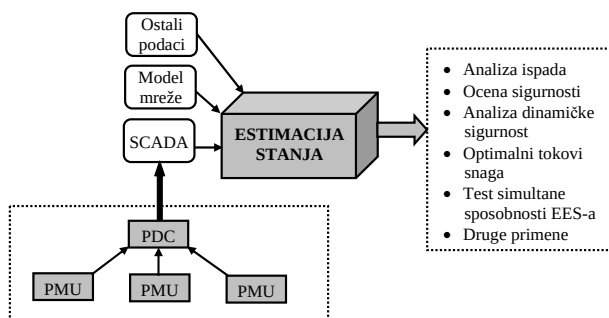
Moderna era tehnologije merenja fazora nastala je iz sistema digitalne relejne zaštite prenosnih vodova. Prvi radovi iz mikroprocesorskih releja (nastali oko 1970. godine) pokazali su da su tadašnji računari bili dovoljnih performansi za potrebni nivo proračuna. Najveći deo vremena bio je potreban za rešavanje jednačina koje detektuju vrstu kvara u svakom vremenskom trenutku (uzorku).

Uporedom sa razvojem PMU uređaja kao alata merenja, sprovedena su i istraživanja u pogledu primene merenja dobijenih pomoću PMU. Sigurno se može reći da je tehnologija sinhronizovanih merenja fazora budućnost EES-a u čitavom svetu.

Postojanje merenja fazora menja tehniku estimacije stanja. Globalni blok-dijagram koji pokazuje vezu estimacije stanja sa ostalim funkcijama sistema sinhronizovanog merenja fazora i pojedinih njegovih primena koje se na njemu baziraju prikazan je na *Slici 2-1*. [2].

NAPOMENA:

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

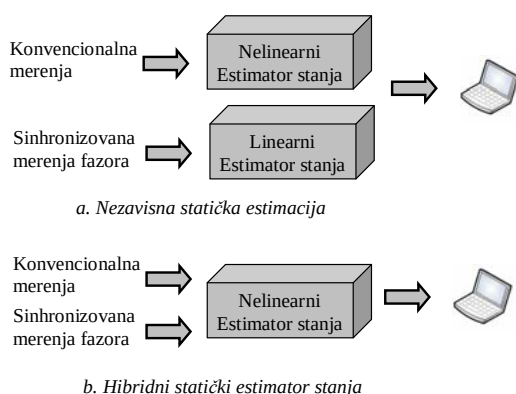


Slika 2-1: Globalni blok-dijagram koji pokazuje vezu estimacije stanja sa ostalim funkcijama sistema sinhronizovanog merenja fazora i pojedinih njegovih primena.

3. HIBRIDNI STATIČKI ESTIMATOR STANJA

U slučaju da se pored standardnih merenja (dobijena sa RTU) koriste i sinhronizovana merenja fazora napona (dobijena sa PMU) statička estimacija stanja se konceptualno sprovesti na dva načina [3]:

1. Nezavisna statička estimacija stanja (Slika 3.1a)
2. Hibridni estimatori stanja (Slika 3.1b)



Slika 3-1: Načini povezivanja klasičnih i merenja i sinhronizovanih merenja fazora u statičkoj estimaciji stanja.

Pokazalo se da je precizniji i daje bolje preformanse drugi načini povezivanja klasičnih i sinhronizovanih merenja fazora u statičkoj estimaciji stanja tj. PMU merenja se koriste kao klasična (standardna) merenja mada imaju veću težinu, pa se dalje u toku rada vrše analize hibridnog estimatora stanja.

- PMU merenja igraju istu ulogu u aktivnom podvektoru merenja kao moduo napona u reaktivnom podvektoru merenja što se izlaze i preciznije objašnjava u nastavku rada.

- Uvođenjem veoma pouzdanih i visoko preciznih merenja povećava se brzina konvergencije posebno u većim sistemima.

Mogu se uvesti pretpostavke raspregnutog modela tokova snaga (1. naponi približno jednaki jedinici, 2. razlika uglova fazora napona u dva čvora incidentna nekoj grani približno jednaka nuli, i 3. veliki odnos X/R grana mreže), onda se model može raspregnuti na aktivnu i reaktivnu komponentu, tako da se mogu uvesti sledeće smene

$$z = \begin{bmatrix} z_A \\ z_R \end{bmatrix}; \quad z_A = \begin{bmatrix} P_\ell \\ P \end{bmatrix}; \quad z_R = \begin{bmatrix} Q_\ell \\ Q \\ V \end{bmatrix}, \quad (3.1)$$

gde su:

P_ℓ, Q_ℓ – vektor merenja tokova aktivnih i reaktivnih snaga po granama, respektivno;

P, Q – vektor merenja injektiranja aktivnih i reaktivnih snaga u čvorovima, respektivno;

V – vektor merenja napona u čvorovima.

Ako se vrši merenje uglova fazora napona, onda se u jedn.

(3.1) menja samo vektor z_A , koji sada postaje

$$z_A = \begin{bmatrix} P_\ell \\ P \\ \theta \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

Takođe, u skladu sa ovim menja se i struktura Jacobijan matrice H .

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_\ell}{\partial V_i} & \frac{\partial P_\ell}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial Q_\ell}{\partial V_i} & \frac{\partial Q_\ell}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial P}{\partial V_i} & \frac{\partial P}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial Q}{\partial V_i} & \frac{\partial Q}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial V_i}{\partial V_i} & \frac{\partial V_i}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial \theta_{meas_i}}{\partial V_i} & \frac{\partial \theta_{meas_i}}{\partial \theta_i} \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

U matrici H zanemarena su sva merenja struje, merenja nenominalnih odnosa transformacije transformatora (direktno merenje promenljivih stanja) i merenja uglova phase-shift transformatora radi jednostavnosti.

Svakako da se uvođenjem merenja ugla fazora napona u statičku estimaciju stanja mogu očekivati manje greške u njihovoj estimaciji. Međutim, nije realno očekivati da se u praksi mogu obezbediti merenja uglova fazora napona u svakom čvoru, pošto bi to zahtevalo velike investicije. Jedna od tema istraživanja u oblasti merenja fazora jeste i kako odrediti optimalan broj i lokacije merenja fazora.

Takođe treba napomenuti da merenja fazora imaju univerzalan referentni vremenski trenutak (vremenska referenca) uzimanja uzoraka, koji određuje referentni vremenski trenutak PMU podataka. Konvencionalni statički estimatori stanja uvode jedan čvor u sistemu kao referentni. O ovome se mora voditi računa, jer se tada mogu pojaviti problemi konvergencije estimatora. Obično se meri ugao u odnosu na ugaonu referencu iz konvencionalnog estimatora (θ_{sl}).

U prethodnu formulaciju nisu uključena merenja tokova struja po granama. Ako se ona uključe, to dodatno komplikuje formulaciju problema i način rešavanja (teškoće u linearizaciji problema).

Pošto su merenja fazora skupa, kao poseban problem javlja se određivanje minimuma skupa merenja fazora u cilju postizanja observabilnosti.

4. STATIČKA ESTIMACIJA STANJA SA MERENJIMA UGLOVA FAZORA STRUJA

Kao što je već napomenuto u radu u prethodnoj formulaciji nisu uključena merenja tokova struja po

granama. Ako se ona uključe, to dodatno komplikuje formulaciju problema i način rešavanja (teškoće u linearizaciji problema).

Ispituju se različite metode uključivanja merenja uglova fazora struje u već postojeći algoritam. Navedena je sveobuhvatna formulacija i način uključivanja merenja uglova tokova struja po granama u hibridni statički estimator stanja (Estimacija stanja u kojoj pored standardnih merenja, dobijena sa RTU-a, koriste i sinhronizovana merenja fazora za sve metode). Takođe je moguće dobiti lošu uslovljenost matrice Jakobijana zbog proširivanja pomenutih sinhronizovanih merenja fazora struja.

Najčešće korišćeni algoritam u statičkoj estimaciji stanja metod minimuma sume otežanih (ponderisanih) kvadrata reziduala koji se koristi za standardna merenja biće proširen. Odnosno potrebno je pronaći najbolju procenu stanja u slučaju da se pored standardnih merenja koriste i sinhronizovana merenja fazora napona na čvorovima i fazora struje na granama mreže.

Postoje tri moguća načina uključivanja merenja uglova fazora struja, koja se mogu direktno uključiti u algoritam statičke estimacije stanja:

1. Direktna merenje modula i ugla fazora struje
2. Korišćenje imaginarnog i realnog dela fazora struje
3. Pseudo merenja fazora napona uz pomoć fazora struje i poznavanja parametara grana [4].

4.1. Direktna merenje modula i ugla fazora struje

U metodi 1 moduo i ugao fazora struja su direktno uključeni u postojeći statički estimaor stanja. Dolazi do promene matrica Jakobijana (vektor promenljivih stanja x čine efektivna vrednost i ugao fazora napona u čvoru, dok su nenominalni prenosni odnos modula napona transformatora, kao i fazni pomeraj (*phase-shift*) transformatora zanemareni), (3.3) koja sada glasi:

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_l}{\partial V_i} & \frac{\partial P_l}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial Q_l}{\partial V_i} & \frac{\partial Q_l}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial P_i}{\partial V_i} & \frac{\partial P_i}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial Q_i}{\partial V_i} & \frac{\partial Q_i}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial V_{meas-i}}{\partial V_i} & \frac{\partial V_{meas-i}}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial \theta_{meas-i}}{\partial V_i} & \frac{\partial \theta_{meas-i}}{\partial \theta_i} \end{bmatrix} \rightarrow H_2 = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_l}{\partial V_i} & \frac{\partial P_l}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial Q_l}{\partial V_i} & \frac{\partial Q_l}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial P_i}{\partial V_i} & \frac{\partial P_i}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial Q_i}{\partial V_i} & \frac{\partial Q_i}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial V_{meas-i}}{\partial V_i} & \frac{\partial V_{meas-i}}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial \theta_{meas-i}}{\partial V_i} & \frac{\partial \theta_{meas-i}}{\partial \theta_i} \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

gde su

l - oznaka za granu mreže

i - oznaka za čvor mreže.

4.2. Korišćenje imaginarnog i realnog dela fazora struje

U metodi 2 fazor struje je predstavljen njegovim relnim i imaginarnim delom.

Matrica Jakobijana sada glasi:

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_l}{\partial V_i} & \frac{\partial P_l}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial Q_l}{\partial V_i} & \frac{\partial Q_l}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial P_i}{\partial V_i} & \frac{\partial P_i}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial Q_i}{\partial V_i} & \frac{\partial Q_i}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial V_{meas-i}}{\partial V_i} & \frac{\partial V_{meas-i}}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial \theta_{meas-i}}{\partial V_i} & \frac{\partial \theta_{meas-i}}{\partial \theta_i} \end{bmatrix} \rightarrow H_2 = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_l}{\partial V_i} & \frac{\partial P_l}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial Q_l}{\partial V_i} & \frac{\partial Q_l}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial P_i}{\partial V_i} & \frac{\partial P_i}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial Q_i}{\partial V_i} & \frac{\partial Q_i}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial V_{meas-i}}{\partial V_i} & \frac{\partial V_{meas-i}}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial \theta_{meas-i}}{\partial V_i} & \frac{\partial \theta_{meas-i}}{\partial \theta_i} \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

4.3 Pseudo merenja fazora napona uz pomoć fazora struje i poznavanja parametara grana

Fazor napona na čvoru j može biti predstavljen preko ugla fazora napona čvora i i ugla fazora struje grane $i - j$.

Modifikovana matrica Jakobijana sada glasi:

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_l}{\partial V_i} & \frac{\partial P_l}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial Q_l}{\partial V_i} & \frac{\partial Q_l}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial P_i}{\partial V_i} & \frac{\partial P_i}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial Q_i}{\partial V_i} & \frac{\partial Q_i}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial V_{meas-i}}{\partial V_i} & \frac{\partial V_{meas-i}}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial \theta_{meas-i}}{\partial V_i} & \frac{\partial \theta_{meas-i}}{\partial \theta_i} \end{bmatrix} \rightarrow H_3 = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_l}{\partial V_i} & \frac{\partial P_l}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial Q_l}{\partial V_i} & \frac{\partial Q_l}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial P_i}{\partial V_i} & \frac{\partial P_i}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial Q_i}{\partial V_i} & \frac{\partial Q_i}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial V_{meas-i}}{\partial V_i} & \frac{\partial V_{meas-i}}{\partial \theta_i} \\ \frac{\partial \theta_{meas-i}}{\partial V_i} & \frac{\partial \theta_{meas-i}}{\partial \theta_i} \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

U (4.3), $\frac{\partial V_i}{\partial V_i}$, $\frac{\partial V_i}{\partial \theta_i}$, $\frac{\partial \theta_i}{\partial V_i}$, $\frac{\partial \theta_i}{\partial \theta_i}$ odgovaraju parcijalnim

izvodima modula i ugla fazora napona direktnih i pseudo merenja.

5. ZAKLJUČAK

Značaj estimatora stanja u prenosnim mrežama najbolje se može sagledati ako se sagledaju izlazni podaci estimatora stanja, odnosno primena tih podataka u funkcionisanju prenosnih mreža.

Naime, izlazni podaci iz estimatora stanja su moduli i fazni uglovi napona u čvorovima mreže, proračunati tokovi aktivnih i reaktivnih snaga po granama i injektiranja u čvorovima. Ove informacije, zajedno sa topološkim modelom mreže, predstavljaju osnov za dalje funkcije dispečerskog centra.

Kako bi rezultati estimacije bili tačniji i pouzdaniji radi se na njegovom usavršavanju.

Merenja uglova fazora napona mogu se smatrati kao kvalitetne dodatne informacije o radu EES-a. Dodatne informacije sa PMU omogućavaju operativnom osoblju veći nivo poverenja u stanje EES-a.

Uglovi fazora napona u čvorovima elektroenergetskog sistema (EES-a) zahtevaju posebnu pažnju. Razlog za to je što oni određuju tokove aktivnih snaga po vodovima, pošto je tok aktivne snage srazmeran sa $\sin$ i $\cos$ razlike uglova fazora napona u dva čvora na kraju voda. Tokovi aktivnih snaga po vodovima su vrlo značajni u mnogim

problemima planiranja i eksploatacije EES-a. To posebno važi u savremenim EES-ima, gde se teži da se prenosna mreža maksimalno koristi (blizu granice prenosnih mogućnosti).

Upotreba dodatnih merenja visoke tačnosti poboljšava observabilnost obračunate mreže, povećava se redundantnost merenja i kao rezultat toga poboljšava se efikasnost metode za otkrivanje loših merenja. Povećana je tačnost i pouzdanost estimiranih (procenjenih) vrednosti.

Glavna prednost korišćenja PMU proizilazi iz činjenice da se razvojem tehnologije stvaraju uslovi za direktno merenje uglova fazora napona (vektora stranja), i pošto PMU radi u sinhronizaciji sa globalnim sistemom za pozicioniranje merenja (GPS), nudi izvanredan način sinhronizacije merenja fazora na udaljenim lokacijama, verovatno se po prvi put imaju sinhronizovana merenja parametara u EES.

Zbog visoke tačnosti merenja uglova rezultati statičke estimacije stanja su osetljiviji na greške PMU nego na greške klasičnih merenja.

Svakako da će se u budućnosti određene funkcionalnosti pomerati prema PMU. Sigurno se može reći da je tehnologija sinhronizovanih merenja fazora budućnost EES-a u čitavom svetu.

6. LITERATURA

[1] Radojica Bibić: Estimator stanja kao osnovna energetska funkcija za analizu, upravljanje i planiranje pogona distributivnih mreža, diplomski rad, Novi Sad, juli 1998

- [2] Hongxian Wu, J. Giri, "PMU Impact on State Estimation Reliability for Improved Grid Security", Transmission and Distribution Conference and Exhibition, pp. 1349 – 1351, 21 August 2006
- [3] A.G. Phadke and J.S. Thorp: Synchronized Phasor Measurements and Their Applications, Springer Science+Business Media, LLC, 233 Spring Street, New York, NY 10013, USA
- [4] Chakrabarti, S.; Kyriakides, E.; Ledwich, G.; Ghosh,,: "Inclusion of PMU current phasor measurements in a power system state estimator," *Generation, Transmission & Distribution, IET*, Vol. 4, Iss. 10, pp. 1104 – 1115, 2010.

Kratka biografija:



Jelena Đukić je rođena 18.02.1986. godine u Sremskoj Mitrovici (Srbija). Diplomski master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektroenergetike, smer Elektroenergetski sistemi odbranila je 2010. godine.

PRIMER IZGRADNJE VETROELEKTRANE U VOJVODINI

EXAMPLE OF A WIND FARM CONSTRUCTION PROCESS IN VOJVODINA

Slaven Jerković, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je razmotrena procedura planiranja i izgradnje jedne vetroelektrane (vetroparka), zasnovana na pretpostavljenoj energiji vetra. Opisani su detaljno postupci merenja i obrade rezultata radi dobijanja dugoročne prognoze potencijala vetra, korišćenjem javno dostupnih programa. Prikazan je i izbor opreme i određivanje prostornog plana elektrane, kao i način priključenja na električnu mrežu. Takođe rad sadrži i deo koji se odnosi i na relevantne ekonomske pokazatelje jednog vetroparka.

Abstract – This paper presents the planning and construction procedure of a wind farm, based on estimated results of wind energy. Measurement procedures and data processing for a long-term prognosis, as well as the selection of specific equipment and location plans are also described with details. The paper includes a section on the relevant economics parameters of such project.

Cljučne reči: merenje vetra, projekat vetroelektrane, isplativost vetroelektrane, izbor opreme i povezivanje na mrežu.

1. UVOD

Ukupna raspoloživa snaga elektrana u elektroenergetskim sistemima Srbije iznosi oko 7.124 MW (8.359 MW sa KiM), pri čemu 69,3% čine termoelektrane [1]. Godišnja proizvodnja električne energije u Srbiji je, u toku 2009. godine, iznosila oko 36,11 TWh (41,12 TWh sa KiM), što je rekordna proizvodnja od 1990. god. Gubici na prenosu i distribuciji su veliki i iznose 15,19%. Bruto konzum je 33,29 TWh (bez KiM), dok je realizovana potrošnja u 2009. god. bila 27,23 TWh (bez KiM). I pored preduzetih mera u pogledu povećanja energetske efikasnosti i revitalizacije proizvodnih i prenosnih kapaciteta, u EPS-u se od 1997. god. permanentno javlja deficit električne energije. Taj deficit je u 2005. godini iznosio oko 6,5 TWh, dok je u 2009. bio manji, oko 0,12 GWh kao rezultat povoljne hidrologije i visokih temperatura. Debalans u proizvodnji i potrošnji električne energije je, u proteklom periodu, uglavnom rešavan uvozom i u najgorem slučaju, restriktivnim merama u isporuci. Uzimajući u obzir očekivan rast potrošnje električne energije, a u skladu sa očekivanim porastom privrednih aktivnosti nakon recesije u 2008/2009. god., jasno je da je potrebno uvoditi nove proizvodne kapacitete ili povećavati uvoz.

NAPOMENA:

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

Druga opcija još uvek nije prihvatljiva, jer je nivo cena u Srbiji znatno niži nego na tržištu električne energije (u 2009. god. prosečna ostvarena cena bila je 4,575 din./kWh ili oko 5 c€/kWh, dok je u okruženju cena bila veća 1,5–3 puta, a u razvijenim zemljama 2–4 puta).

Jedna od mogućnosti ostvarenja prvog cilja je povećanje proizvodnih kapaciteta izgradnjom elektrana koje koriste obnovljive izvore energije. Programom ostvarivanja Strategije razvoja energetike Republike Srbije predviđena je izgradnja ovakvih elektrana, između ostalih i korišćenjem energije vetra. Procenjeno je da energetski potencijal obnovljivih izvora energije u Republici Srbiji iznosi preko 4,3 miliona toe godišnje (toe - tona ekvivalentne nafte), od čega se oko 4,6% (0,2 miliona toe god.) iznosi udeo energije vetra [2].

Panonska nizija, severno od Dunava je oblast bogata vetrom. Ova oblast pokriva oko 2000 km² i pogodna je za izgradnju vetroelektrana (VE), jer je izgrađena putna infrastruktura, postoji potrebna električna mreža, blizina velikih centara potrošnje električne energije i sl. Studija "Atlas vetrova na teritoriji AP Vojvodine" je detaljno analizirala stanje energije vetrova na teritoriji AP Vojvodine sa aspekta brzina i energetskog potencijala [3]. Pokazano je da postoji komercijalno isplativ potencijal, što je rezultiralo velikom zainteresovanošću investitora i izdavanjem oko 1300 MW energetskih dozvola za vetrogeneratorske proizvodne kapacitete. Međutim, do sada nije realizovana ni jedna od njih.

Cilj ovog rada je da predstavi radnje, postupke i analize koje je potrebno uraditi pri projektovanju jedne vetroelektrane snage oko 20 MW. U tu svrhu je urađen primer projektovanja jedne male vetroelektrane u Vojvodini.

2. PRIPREMA ZA IZGRADNJU

Da bi se utvrdilo, koji region je najadekvatniji za početak projekta i samu izgradnju VE, potrebno je poznavati klimu u oblasti, raspodelu i specifičnosti atmosferskih slojeva, brzinu, pravac ili glavne pravce vetrova, lokalne uslove u okolini, kao što su prepreke (naselja, zgrade, šume itd.) i generalnu orografiju oblasti. Kada se preliminarna studija uradi, niz različitih procesa se mora realizovati tako da se oblast detaljno upozna i da bi dobili opravdan i tačan odgovor na pitanje – kakav potencijal vetra se može očekivati u tom području? Ako je odgovor zadovoljavajuć po generalno ustaljenim standardima za iskorišćenje potencijala vetra pristupa se početku projekta jednog vetroparka. Ovakvi projekti su opširni i veoma detaljni jer sadrže veoma mnogo delova od kojih se nijedan ne sme zanemariti ni u najmanjoj meri, kako realizacija i opravdanost celog projekta zavisi od svakog

od njih. Svaki projekat vetroelektrane ili vetroparka u osnovi može se podeliti u tri faze:

- Planiranje, logistika i pripremni radovi,
- Montaža vetroagregata i svih dodatnih delova VE , i
- Rad vetrogeneratora.

Svaka faza projekta se može podeliti na tri aspekta koja su relevantna, a to su :

1. Tehnički aspekti,
2. Dozvole i pravni aspekti, kao i
3. Ekonomski aspekti.

3. MERENJE POTENCIJALA VETRA

Zajedničko za sve projekte merenja i monitoringa je potreba za detaljnim planom merenja. Njegova svrha je da obezbedi da se svi aspekti ovog projekta merenja potencijala vetra kombinuju tako da pruže podatke potrebne za ispunjenje programskih ciljeva. Plan merenja treba da razmotri sledeće:

- Merenje parametara
- Vrstu, kvalitet i cenu merne opreme
- Broj i lokacije stanica za merenje (mernih stubova)
- Merne visine senzora
- Minimalnu tačnost merenja i trajanje
- Uzorkovanje podataka
- Format snimanja podataka u memoriju
- Procedure za obradu podataka
- Mere kontrole kvaliteta merenja

Pre instalacije farme vetrenjača, preporučuje se da se profesionalno analizira lokacija, sa svih relevantnih aspekata. Posle obavljenog merenja, prikupljeni meteorološki podaci bi trebalo da tačno opisuju potencijal vetra na toj konkretnoj lokaciji. Upravo zato je potrebno da merni sistemi ispunjavaju najviše zahteve kvaliteta u pogledu tačnosti i pouzdanosti.

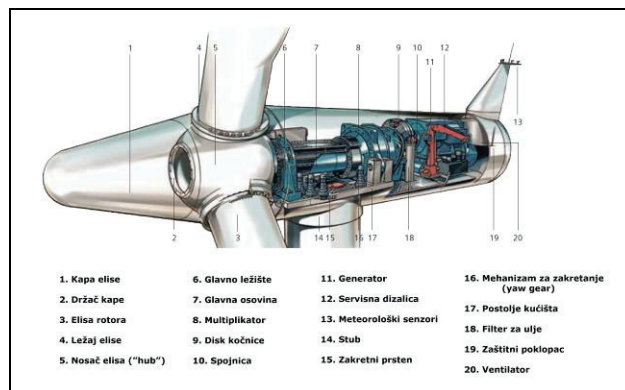
S obzirom da su meteorološki podaci kada se završi period merenja "sirovi", sledi faza obrade podataka, koja treba da predstavi merenja u obliku pogodnim za energetska procenu. Klimatologija vetra na nekoj lokaciji opisuje se najčešće srednjom brzinom po sektorima i predstavlja ružom vetrova i histogramom empirijske raspodele brzine vetra [4].

4. IZBOR VETROTURBINE

Velika ekspanzija na tržištu, razvoj tehnologije i raznovrsna poboljšanja dizajna turbina desila su se od kad počela komercijalizacija tehnologije za iskorišćenje energije vetra u ranim 1980-tim, ali osnovna arhitektura i dizajn turbina su se vrlo malo promenili. Većina vetroturbina su i dalje sa horizontalnom osom obrtanja (tzv. HAWT – "horizontal axis wind turbines"), koje se postavljaju rotorom uz pravac vetra ("upwind") i sa aktivnim sistemima za usklađivanje sa pravcem vetra ("yaw control"). Takođe ustalio se "Danski dizajn" po pitanju broja lopatica-turbine sa 3 lopatice, kao najisplativije rešenje. Rotaciono kretanje turbine se prenosi do električnog generatora preko multiplikatora, koji usklađuje brzinu obrtanja turbine sa potrebama generatora. Više vrsta generatora je u komercijalnoj upotrebi, ali su za srednje i velike snage preovlađujući oni sa promenljivom brzinom obrtanja. Stubovi su uglavnom ili cevasti (betonski, čelični) ili rešetkasti, sa

standardizovanim visinama po određenim opsezima snaga.

Jedan od mogućih izbora vetroturbine, koje odgovaraju primeni u Vojvodini, su turbine velikih visina stubova i srazmerno njima (po primerima i praksi već izgrađenih VE) turbine većih prečnika rotora. Povećanjem visine turbina "hvata" vetrove većih brzina, a povećavanjem prečnika rotora direktno se povećava proizvodnja. Na slici 1 prikazana je Siemens-ova turbinu SWT 2,3-101 kao najoptimalnije rešenje za instalaciju u vetroparku, dok je na slici 2 dat njen izgled u izgrađenom stanju.



Slika 1. - Delovi turbine Siemens SWT 2,3-101.



Slika 2. - Izgled montirane turbine SWT 2,3-101

5. PROJEKTOVANJE VETROELEKTRANE

Nakon što je lokacija identifikovana i doneta odluka o investiranju u izgradnju VE, počinje dizajnerski deo projekta vetroelektrane. Osnovni ciljevi su da se maksimizira proizvodnja energije, smanje kapitalni i operativni troškovi na najmanju moguću vrednost, kao i da se ostane u okvirima ograničenja, koja nameće sama lokacija. Prvi zadatak je da se definišu kriterijumi, koji se moraju zadovoljiti pri projektovanju. Oni se mogu u većini slučajeva podeliti na:

- Maksimalni instalisani kapacitet elektrane (zbog povezivanja s mrežom i u smislu uslova sporazuma o kupovini proizvedene energije)
- Granica predviđene lokacije (prostora) za izgradnju
- Propisane udaljenosti od puteva, naselja, vodova, itd.
- Ograničenja od strane Zavoda za zaštitu prirode

- Ograničenja po pitanju nivoa buke i bacanja senke ("shadow casting") u blizini naselja
- Ocena vizuelno-estetskih kriterijuma
- Minimalna rastojanja turbina, definisano od strane dobavljača turbina,
- Ograničenja u vezi sa interferencijom sa komunikacionim signalima
- Lokalni propisi

Vetroelektrana je veoma složen pogon sa raznovrsnom infrastrukturom koja se može podeliti na sledeće grupe:

1. Građevinski radovi:

- pristupni putevi i sistem odvodnjavanja,
- temelji vetroturbina,
- merni stubovi,
- kućišta, prostorije ili postrojenja za energetska opremu (pretvarači, prekidači, zaštitna oprema...), centralnu opremu SCADA sistema, kao i objekti za rezervnu opremu i održavanje;

2. Elektro radovi:

- oprema na mestu povezivanja sa prenosnom ili distributivnom mrežom ("Point Of Connection"), bilo da je u vlasništvu same vetroelektrane ili mrežnog operatera,
- podzemna kablovska mreža i / ili mreža vodova, koji formiraju radijalna "feeder" kola (napojne vodve) za nizove turbina,
- rasklopna i rastavljačka oprema za zaštitu i isključenje napojnih vodova,
- transformatori i prekidači za pojedinačne turbine (mada je danas uobičajeno da se ta oprema nalazi u okviru same turbine i isporučuje se zajedno s njom od strane dobavljača turbina),
- oprema za reaktivnu kompenzaciju, ukoliko je potrebna i
- sistem uzemljenja;

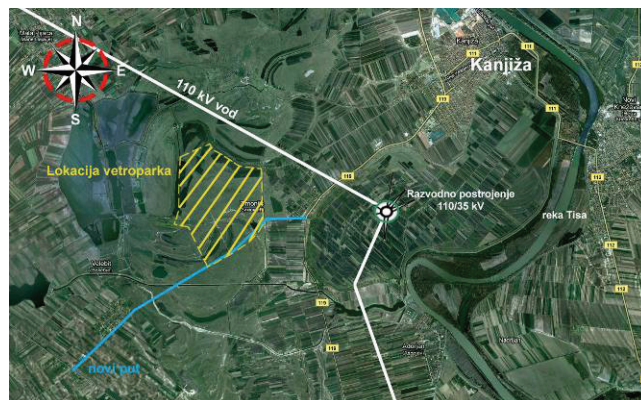
3. Nadzorni kontrolni sistem za prikupljanje podataka (SCADA):

- centralni kompjuter,
- signalni kablovi za svaku turbinu i merni stub,
- pretvarači za signale brzina vetra i ostalih merenih meteoroloških podataka na mernim stubovima,
- pretvarači za mernu opremu na mestu povezivanja sa mrežom ili blizu nje;

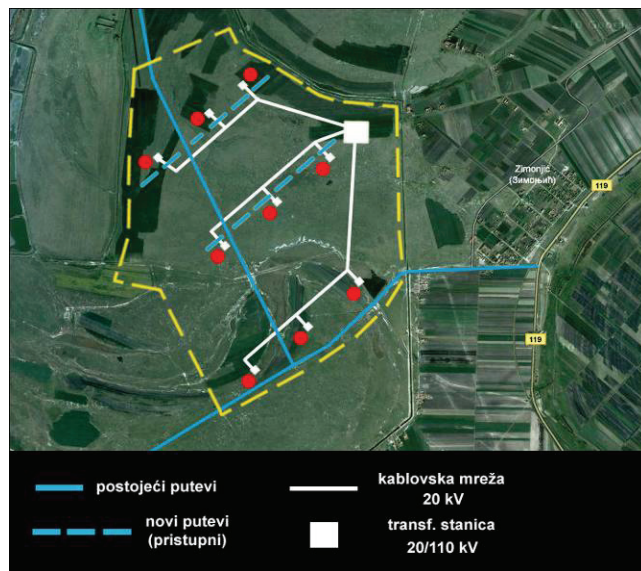
Vetroelektrana je u stvari skup pojedinačnih vetrogeneratora raspoređenih na određenom prostoru, koji se često naziva i vetroparkom. Mikro-menadžment rasporeda turbina u vetroparku ili "Micro-siting", kao najvažniji deo projektovanja vetroelektrane, kombinuje zahteve više faktora koji utiču na raspored i samu internu organizaciju i infrastrukturu parka, a sve u cilju što boljih rezultata maksimiziranja proizvodnje i isplativosti elektrane. Pri projektovanju, najviše pažnje se obraća na karakteristike zemljišta na lokaciji kao i mikro-reljef tj. orografiju terena i na potencijalne negativne uticaje efekta zavetrine ili "wake" efekta. Ovaj problem optimizacije plana vetroparka je do sada bio ozbiljno zanemaren i tek je nedavno počeo da dobija punu pažnju kako naučne zajednice tako i samih projekatanta i investitora. Razlog je prvenstveno u tome što se došlo do zaključka da će se upravo unapređenjem optimizacionih tehnika postići najveći doprinos radnim karakteristikama elektrane, te da će pronalaženje visokokvalitetnih rešenja najlakše dovesti do veće proizvodnje energije i većeg profita za vlasnike

farmi vetrenjača, pre nego razvoj na nekim drugim poljima, koji se tiču npr. dizajna samih turbina ili njihovog upravljanja.

Optimizacija treba da odredi i najpovoljniji raspored turbina i po kriterijumu minimalnog pada napona unutar vetroelektrane, koji ne bi trebao da bude veći od 1%. Ovaj zahtev određuje naponski nivo unutar VE, kao i položaj konekcionog transformatora, odnosno veze na električnu mrežu. Na slici 3 je dat primer jedne lokacije vetroparka u odnosu na visokonaponski vod i najbliže razvodno postrojenje. Na slici 4 prikazan je plan vetroelektrane sa detaljnim rasporedom pojedinačnih vetro-generatora i internim vezama na 20 kV. Položaj transformatora 20/110 kV je pozicioniran na obodu lokacije, najbliže trasi 110 kV dalekovoda, koja bi se mogla iskoristiti i za povezivanje na ovaj vod u rasklopnom postrojenju.



Slika 3. - Pozicioni plan VE sa ucrtanom okolnom infrastrukturom



Slika 4. - Plan vetroelektrane sa celokupnom predviđenom internom infrastrukturom

6. EKONOMSKI PARAMETRI PROJEKTA VETROELEKTRANE

Određivanje ekonomskih parametara jednog vetroparka složen je i zahtevan postupak, koji zavisi od mnogih faktora – kako tehničkih tako i mnogih drugih. Glavni parametri koji opisuju ekonomske aspekte jedne vetroelektrane su:

1. investicioni troškovi, glavni i pomoćni

2. troškovi rada elektrane i njenog održavanja,
3. proizvodnja električne energije,
4. vek trajanja turbina i
5. diskontna stopa (stopa za izračunavanje sadašnje vrednosti budućih novčanih iznosa).

Najvažniji parametri su proizvodnja električne energije i ukupni investicioni troškovi. Kako proizvodnja električne energije zavisi u velikoj meri od klimatologije i intenziteta vetrova, odabir odgovarajuće lokacije turbina je od kritične važnosti za postizanje ekonomske održivosti. Oko 75-85 % ukupnih troškova proizvodnje električne energije iz vetra se odnose na kapitalne troškove – cene turbina, temelja, električne opreme i povezivanja sa mrežom.

Ukupni investicioni troškovi celokupne 20 MW elektrane, vodeći se usvojenom referentnom vrednošću po MW instalisane snage (1,3 miliona evra/MW), iznose 26,91 miliona evra. Sledi da su troškovi proizvodnje električne energije iz ovog vetroparka u proseku 6 c€/kWh, što odgovara opsegu troškova proizvodnje električne energije većine vetroelektrana u Evropi. Da bi procenili koje će biti vreme isplativosti na osnovu projektovane prosečne godišnje proizvodnje potrebno je uzeti u obzir cenu otkupa električne energije proizvedene iz elektrane.

Vlada Republike Srbije početkom decembra 2009. godine, a u skladu sa Zakonom o energetici [5], donela je uredbu o merama podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem obnovljivih izvora energije i kombinovanom proizvodnjom električne i toplotne energije, kojom se bliže propisuju mere podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem obnovljivih izvora energije i za otkup te energije [6]. Tako su ovim aktom definisane tzv. podsticajne cene ("feed-in tariff"), balansiranje i očitavanje, precizirani energetske objekti koji proizvode električnu energiju iz obnovljivih izvora, uređena sadržina ugovora o otkupu električne energije po merama podsticaja, kao i naknada troškova kupcu tako proizvedene energije. Na osnovu donešene uredbe, otkupna cena za elektrane na vetar iznosi 9,5 c€/kWh.

Za 20 MW vetroelektranu prikazanu na slici 4 i pri ovoj usvojenoj podsticajnoj ceni, sledi da će, pri prosečnoj godišnjoj proizvodnji od 44,53 GWh i uračunatim troškovima rada i održavanja elektrane od 1,5%, vetropark ostvarivati prosečnu godišnju zaradu od 3,83 miliona €. Na osnovu ove vrednosti može se zaključiti da će period isplativosti vetroparka biti oko 7 godina, sa realnom stopom povraćaja sredstava od oko 14% godišnje. Posle isteka tog vremena, ostvareni profit je čista neto zarada, koja za 20-to godišnji period rada, ukupno iznosi oko 50 miliona €. Tokom celokupnog radnog veka elektrane predviđa se proizvodnja oko 890 GWh električne energije.

6. ZAKLJUČAK

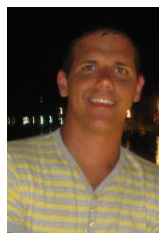
Danas, oko 80% svih svetskih vetroagregata instalirano je u zemljama Evropske Unije (izvor: www.ewea.org). U proizvodnji električne energije nijedan izvor energije nije imao tako dinamičnu ekspanziju u poslednjih dvadesetak godina. Vetroenergetika je relativno mlada grana energetike, koja se intenzivno razvija u svim aspektima, a pogotovo u pogledu tehnološkog razvoja vetroagregata

kao i u pogledu njihove instalisane snage. Predviđa se da će vetroagregati u budućnosti bitno povećati učešće u proizvodnji ukupne električne energije, a ovakva predviđanja se baziraju na činjenici da je vetar obnovljivi ekološki izvor energije i da su njegovi tehnički iskoristivi resursi višestruko veći od ukupne trenutne potrošnje električne energije. Savremeni verogeneratori dostižu snagu od 5 MW i više, a po ekonomičnosti su izjednačeni sa klasičnim izvorima energije. Konkurentnost im se značajno povećava pogotovo kada se u poređenja uvrti uticaj na životnu okolinu. U svetu se danas ubrzano podižu kapaciteti za dobijanje električne energije iz energije vetra. Taj rast je eksponencijalnog karaktera i praćen je velikim ulaganjima, kako država tako i privatnih investitora. U daljem periodu, očekuje se nastavak ovakvog trenda.

7. LITERATURA

- [1] EPS, „Godišnji izveštaj 2009“, ISSN 1821-1984, www.eps.rs
- [2] Ministarstvo rudarstva i energetike, „Program ostvarivanja strategije razvoja energetike Srbije od 2007-2012. godine (sa izmenama i dopunama 2009. god.)“, 2009, <http://www.mem.gov.rs>
- [3] Studija „Atlas vetrova AP Vojvodine“, Izvršno Veće APV, Novi Sad, 2008., www.psemr.vojvodina.gov.rs
- [4] Vladimir Katić, Izudin Kapetanović, Vangel Fuštić, „Obnovljivi izvori električne energije“, FTN, Novi Sad, 2007
- [5] „Zakon o energetici“, Sl. Glasnik RS 84/04
- [6] Vlada Repub. Srbije, „Uredba o merama podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem OIE i kombinovanom proizv. električne i toplotne energije“, Sl. glasnik RS 99/2009, <http://www.mem.gov.rs>

Kratka biografija:



Slaven Jerković rođen je u Zadru (Hrvatska) 1986. god., a master rad odbranio je 2010. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva. Oblast interesovanja su obnovljivi i distribuirani izvori električne energije



Vladimir Katić je doktorirao na Univerzitetu u Beogradu 1991. Redovni profesor Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu je od 2002. za oblast Energetska elektronika, mašine i pogoni. Prodekan je FTN-a i šef Katedre za energetsku elektroniku i pretvarače. Oblasti interesovanja su energetska elektronika, kvalitet električne energije i obnovljivi izvori električne energije.

**REALIZACIJA OPTEREĆENJA ASINHRONOG MOTORA NAPAJANOG
INDUSTRIJSKIM PRETVARAČEM UČESTANOSTI**
**MOTOR LOAD TEST OF THE ASYNCHRONOUS MOTOR DRIVEN BY INDUSTRIAL
FREQUENCY CONVERTER**

Velibor Lazarević, Veran Vasić, Dejan Reljić, *Fakultet tehničkih nauka Novi Sad*

Oblast: ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

1. UVOD

Kratak sadržaj: U ovom radu je predložena jedna od mogućnosti realizacije ogleada opterećenja asinhronne mašine. Asinhrona mašina se napaja preko industrijskog pretvarača učestanosti, koji je konfigurisan za vektorsku regulaciju u zatvorenoj povratnoj vezi po brzini. Kao opteretna mašina, upotrebljena je jednosmerna mašina, koja je napajana iz četvorokvadrantnog tiristorskog pretvarača. U radu je objašnjen način realizacije radnih režima koje ovakav pogon dozvoljava. Navedena je i objašnjena konfiguracija korišćene opreme, sa akcentom na pretvarač DCS800 koji napaja jednosmernu mašinu. Za potrebe rada je realizovana maketa na koju je postavljena oprema. Opterećivanje asinhronog motora je vršeno pri više karakterističnih vrednosti brzina. Dijagrami momenta i brzine u svakom od ogleada snimljeni su putem programa za kontrolu pretvarača DCS800. Na kraju rada su diskutovani dobijeni rezultati.

Abstract: This paper deals with one of the solutions for load test of vector controlled asynchronous motor. An asynchronous motor is driven by industrial frequency converter in which vector control of motor is implemented in closed speed loop. In this case, as the load machine was used the DC machine driven by four-quadrant thyristor converter. The paper also explains the operation modes that can be achieved using this type of drive. Configuration of used equipment is listed and described in special section of this paper. Emphasis is placed on description of DCS800 converter that drives the DC machine. A model was built in the laboratory for the purpose of this paper. The motor load test is carried out on several characteristic values of motor speed. Graphs of motor torque and speed in all cases of this experiment are obtained by using special programs for DCS800 converter control. Derived conclusions are discussed at the end of this paper.

Ključne reči: Asinhrona mašina, jednosmerna mašina, četvorokvadrantni pogon, režimi rada, regenerativni pretvarač, frekventni pretvarač, opterećenje, vektorska regulacija, DCS800...

NAPOMENA:

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

Kao jedni od najvećih potrošača električne energije elektromotorni pogoni zauzimaju vrlo značajno mesto u potrošačkoj strukturi nekog elektroenergetskog sistema. Motori jednosmerne i naizmenične struje u alatnim mašinama, industrijskim robotima, automatizovanim procesima, liftovima, transporterima, valjaonicama, kompresorima, pumpama, ventilatorima, električnim vozilima, kranovima i mnogim drugim mestima primene troše više od 2/3 ukupne električne energije proizvedene u jednoj industrijski razvijenoj zemlji. Stoga, istraživanje mogućnosti za uštedu električne energije i primjena ostvarenih rešenja u ovim pogonima postavlja pred inženjere zadatak sa visokim stepenom prioriteta.

Rad je koncipiran tako da na jednom mestu na kvalitetan način spoji znanja i tehnike iz više oblasti koje su usko povezane sa poljem električnih mašina. Imajući navedeno u vidu, rad ima veliki praktični značaj jer kroz jednu temu povezuje ispitivanje električnih mašina, elektromotorne pogone, upravljanje i regulaciju, kao i primenu savremenih softverskih alata koji se u ovim oblastima koriste. Prvenstveno je namenjen studentima, kao teorijsko - praktična vježba u kojoj im se na jednom mestu pruža mogućnost objedinjavanja stečenih znanja iz prethodno navedenih oblasti.

Razmatranjem radnih režima asinhronne i jednosmerne mašine u motornoj grupi, u znatnoj meri se olakšava razumevanje načina funkcionisanja motornih pogona koji se često koriste u industrijskim i drugim aplikacijama. Pravilnim kombinovanjem uloga i režima korišćenih mašina, kao i adekvatnim upravljanjem u datim slučajevima jednostavno se mogu simulirati različiti tipovi pogona (dizalice, vučni pogoni, trake, transporter, namotači, električna vozila...). Upotrebom eksperimentalnog setapa biće prikazane karakteristične veličine motorne grupe.

Ovakav vid ispitivanja je posebno koristan i primenjiv u laboratorijskim uslovima, jer vrlo realno reprezentuje stvarni pogon, gdje opteretna mašina može biti bilo koji tip radne mašine. Rezultati dobijeni u laboratorijskim uslovima, mogu biti vrlo korisni prilikom realizovanja pogona, i izbora opreme koja će biti korišćena.

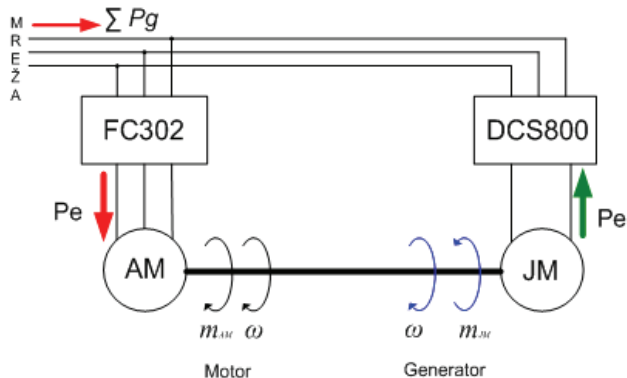
2. ČETVOROKVADRANTNI POGON

Bez obzira na vrstu i način rada, od pogona se može zahtevati rad u jednom ili oba smera brzine, sa mogućnošću generatorskog rada i električnog kočenja [1] U pogonima koji se danas koriste, sve češća je potreba za rešenjima koja pružaju prethodno navedene mogućnosti.

Analiza navedenih režima rada od suštinskog je značaja za razumevanje načina funkcionisanja elektromotornih pogona, kao i tokova snage u tim režimima. Realizovani četvorokvadrantni pogon sastoji se od:

- asinhrona mašine proizvođača *SEVER*
- jednosmerne mašine proizvođača *SIEMENS*
- DANFOSS*-ovog frekventnog regulatora *FC302*
- četvorokvadrantnog *ABB*-ovog tiristorskog ispravljača.

Kako oba pretvarača podržavaju momentni i brzinski režim rada, uz njihovu adekvatnu parametризaciju i određenu dodatnu opremu, moguće je postići radne tačke pogona u sva četiri kvadranta. Na slici 1 prikazana je blok šema pogona sa tokovima snaga u režimu opterećenja asinhronog motora.



Slika 1. Blok šema realizovanog pogona

Frekventni pretvarač je konfigurisan za vektorsku regulaciju asinhronog motora u zatvorenoj povratnoj vezi po brzini i u brzinskom je režimu rada. Četvorokvadrantni tiristorski pretvarač DCS800 koji napaja jednosmernu mašinu podešen je za momentni režim rada. Povratna veza po brzini ostvarena je preko enkoderskog davača brzine. Za oba pretvarača su korišćeni signali sa jednog enkodera. Realizovan je poseban sklop za galvansko odvajanje kako bi se enkoderska jedinica zaštitila u slučaju kvara na pretvaraču DCS800, pošto mu priključci za enkoder nisu galvanski izolovani.

Regenerativni pretvarači kao što je DCS800 su veoma pogodni za primenu u ovakvim pogonima. Omogućuju rad u sva četiri kvadranta ravni moment – brzina, i dozvoljavaju iskorišćavanje energije koja bi u slučaju klasičnih ispravljača morala biti disipirana i bespotrebno izgubljena. Jasno je da su uštede korišćenjem ovakvog pogona značajne za primenu u ispitnim laboratorijama, ali i u mnogim elektromotornim pogonima koji se primenjuju u industriji.

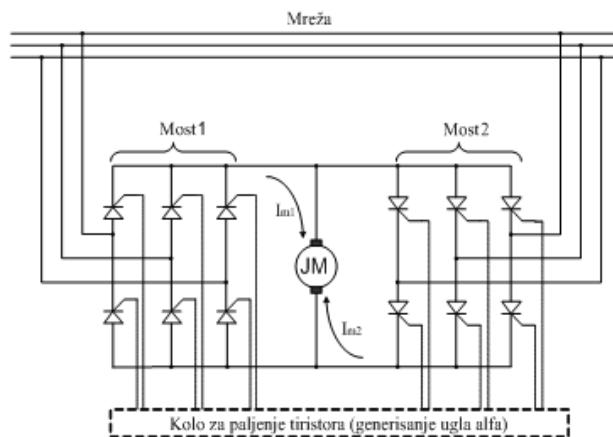
Na slici 2 prikazana je struktura jednog ovakvog pretvarača na kojoj se jasno vidi mogućnost rekuperacije električne energije.

Vrlo je značajna primena ovakvih pretvarača u pogonima u kojima postoji potreba za čestim kočenjem velikih inercionih masa, pogonima sa liftovima, centrifugama, električnim vozilima itd.

Ako se ima u vidu da ovi pretvarači često napajaju motore velikih snaga, vrlo je bitno analizirati njihov uticaj na kvalitet mrežnog napajanja, kako se njihovom ugradnjom ne bi ometale osetljive grupe potrošača priključenih na istu liniju.

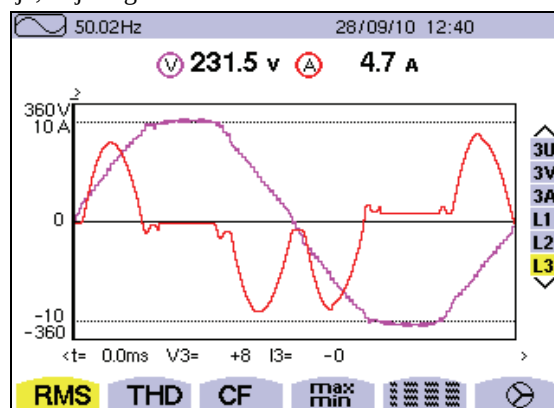
U ovom radu snimljeni su talasni oblici napona i struje mreže pri rekuperaciji energije u mrežu, kao i harmonijski

spektar struje, u cilju određivanja nivoa harmonijske distorzije struje i dominantnih harmonika.

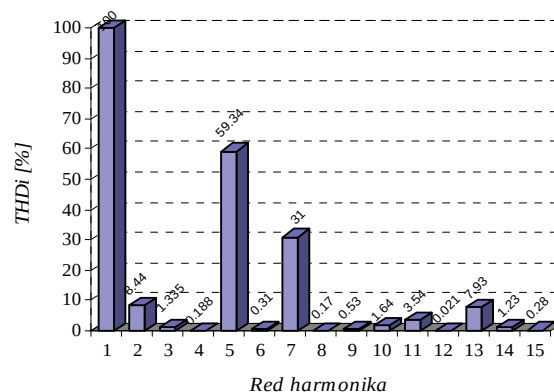


Slika 2. Struktura šestopulsnog regenerativnog ispravljača

Na slici 3 prikazan je talasni oblik struje mreže i napona na mestu priključivanja pretvarača. Snimanje je vršeno pri rekuperaciji energije u mrežu, instrumentom „Power & Quality Analyser C.A 8332B“ proizvođača „CHAUVIN ARNOUX“. Na slici 4 prikazan je harmonijski spektar struje, koji odgovara talasnom obliku sa slike 3.



Slika 3. Talasni oblik struje i napona mreže



Slika 4. Harmonijski spektar struje DCS800 pretvarača

Posmatrajući talasni oblik struje mreže ovog pretvarača, jednostavno se može zaključiti da je harmonijski spektar struje bogat višim harmonicima. Tipično za regulisane pogone, dominantni su neparni harmonici, a najizraženiji su 5-ti, 7-mi, 11-ti i 13-ti, što ilustruje i slika 4. Ukupna harmonijska distorzija pri datom opterećenju iznosila je 67%. Bitno je napomenuti da je prilikom snimanja

harmonijske distorzije pretvarač bio slabo opterećen, i da na ulazu nije priključen neki od filtera za smanjenje distorzije struje (npr. LC). Pri većim opterećenjima i sa adekvatnim filterima koje nudi proizvođač ABB, može se postići znatno manja distorzija struje [2].

3. REZULTATI SNIMLJENIH OGLEDA

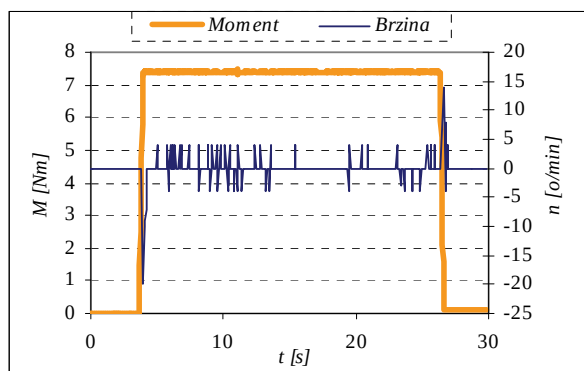
Cilj oglada opterećenja koji je sproveden u praktičnom delu ovog rada je da se provjeri regulacija brzine vektorski upravljanog asinhronog motora napajanog iz frekventnog pretvarača DANFOSS FC302, u opsegu brzina od nulte do nazivne. Upotrebom jednosmerne mašine i pretvarača DCS800 u momentnom režimu rada, ostvareno je opterećivanje asinhronog motora pri sledećim vrednostima brzina:

- nulta brzina ($n = 0$ o/min)
- mala brzina ($n = 150$ o/min)
- uobičajena radna brzina ($n = 1500$ o/min)
- nazivna brzina ($n = 2830$ o/min)

Dijagrami su snimljeni pomoću DWL programa za upravljanje i parametrizaciju pretvarača DCS800.

3.1 Ogled pri nultoj brzini

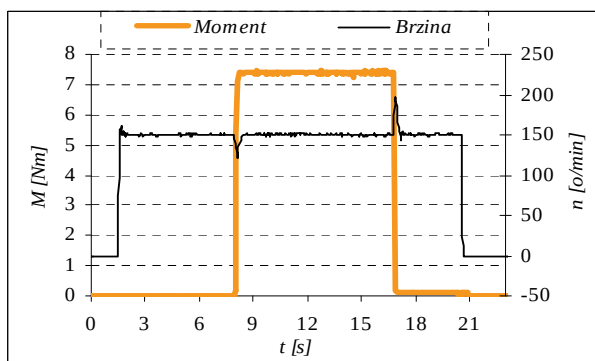
U elektromotornim pogonima, rad na nultoj brzini je jako bitan, i od regulacione strukture se zahteva stabilnost i održavanje brzine na nultoj vrednosti čak i pri naglom opterećenju punim momentom. Ovaj ogled je jako bitan za dizalične pogone, gde se zahteva držanje tereta. Dijagram momenta i brzine za ovaj slučaj dat je na slici 5.



Slika 5. Dijagram opterećenja pri nultoj brzini

3.2 Ogled pri maloj brzini

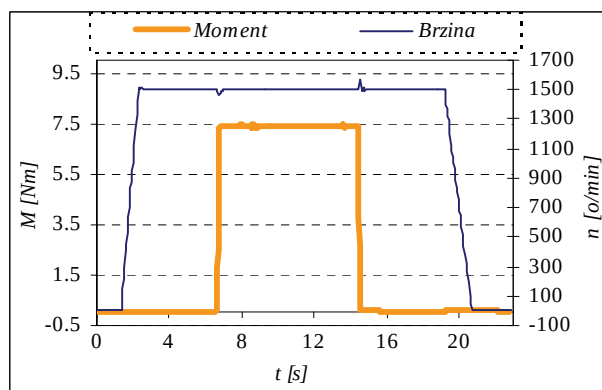
Bitno je da regulaciona struktura pogona funkcioniše pouzdano pri malim brzinama obrtanja, jer se ona često zahteva u pogonima kao što su liftovi, dizalice i transporter. Pri 150 o/min, snimljen je dijagram naglog opterećenja prikazan na slici 6.



Slika 6. Opterećenje pri 150 o/min

3.3 Ogled pri uobičajenoj radnoj brzini

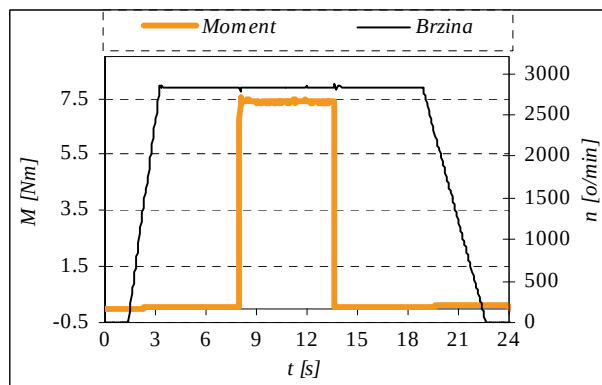
Pri uobičajenoj radnoj brzini koja se sreće u pogonima, od 1500 o/min, snimljen je dijagram prikazan na slici 7.



Slika 7. Opterećenje pri 1500 o/min

3.4 Ogled pri nazivnoj brzini obrtanja

Cilj ovog oglada je snimanje dijagrama opterećenja vektorski upravljanog asinhronog motora pri njegovoj nazivnoj brzini obrtanja. Pri referenci brzine u frekventnom pretvaraču od 2830 o/min i referenci momenta u jednosmernom pretvaraču od 62%, snimljen je dijagram sa slike 8.



Slika 8. Naglo opterećenje pri nazivnoj brzini

Na osnovu dijagrama koji su snimljeni pri ovim ogledima, i njihove naknadne analize, došlo se do zadovoljavajućih rezultata. Zaključeno je da se vektorska regulacija u zatvorenoj povratnoj sprezi po brzini potvrdila kao kvalitetna tehnika regulacije u dinamički zahtevnim aplikacijama. Propadi u brzini pri naglom opterećivanju nazivnim momentom su kratkotrajni i iznose približno 1 – 2% od nazivne brzine asinhronne mašine, u širokom opsegu brzina obrtanja. Posebno je važno da je greška stacionarnog stanja jako mala (manja od 1%). Pri naglom opterećivanju motor bez poteškoća uspeva da održi nultu brzinu.

4. PODEŠAVANJE REGULATORA

Za postizanje kvalitetne regulacije u elektromotornom pogonu, od ključnog značaja je podešavanje regulatora struje i brzine. Regulacija struje u elektromotornim pogonima ima vrlo značajnu ulogu. Kvalitetnom regulacijom struje u pogonu omogućava se održavanje momenta na zadatoj vrednosti, ograničenje prevelikih struja u prelaznim procesima kao što su kočenje, ubrzavanje, nagle promene opterećenja i td. Samim tim se postižu dobre dinamičke i statičke karakteristike samog

pogona. U dinamičkom pogledu, od regulacione strukture nekog pogona se očekuje kvalitetan odziv na promenu zahteva (reference) ili na dejstvo poremećaja, pri čemu navedeno podrazumeva odgovarajuću brzinu odziva i po mogućnosti aperiodičan odziv ili odziv sa što manjim prebačajem. U ovom radu cilj je bio podesiti regulator brzine i struje u pretvaraču DCS800.

Da bi se parametri mogli odrediti računskim metodama, potrebno je poznavati prenosne funkcije svih elemenata regulacione strukture koja se razmatra, kako bi isti bili uvršteni u sam proračun. Zbog nepoznavanja blokova prenosnih funkcija regulacione strukture pretvarača DCS800, za određivanje parametara regulatora struje iskorišćena je Ziegler-Nichols metoda ili metoda kritičnog pojačanja.

4.1 Ziegler-Nichols metoda podešavanja

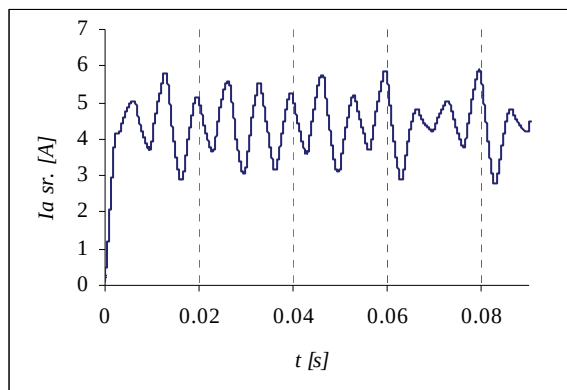
Za podešavanje regulatora struje usvojena je metoda koja se u praksi potvrdila kao vrlo primenjiva, jednostavna i pouzdana.

Ziegler-Nichols metoda bazirana je na pronalaženju vrednosti proporcionalnog pojačanja koja izaziva nestabilnost sistema (dovodi ga na granicu stabilnosti) u zatvorenoj povratnoj vezi. Regulator čiji se parametri određuju postavlja se u stanje čisto proporcionalnog dejstva, eliminacijom integralnog člana. Rotor mašine je ukočen preko poluge pričvršćene na elastičnoj spojnici, čime je sprečeno njegovo obrtanje. Proporcionalno pojačanje se povećava od malih ka većim vrednostima sve dok sistem ne počne da osciluje kontinuirano. Vrednost proporcionalnog pojačanja pri kojoj odziv postaje oscilatoran naziva se još i kritičnim pojačanjem i označava se sa K_u , a interval između vrhova susednih oscilacija naziva se perioda oscilacija (T_u). Na osnovu dobijenih rezultata i tabele 1, određuju se parametri regulatora koje je potrebno uneti u odgovarajuće parametre pretvarača [3].

Tabela 1. Koeficijenti za K_p i T_i

Tip regulatora	K_p	T_i
P	$0,5K_u$	
PI	$0,45K_u$	$0,85T_u$

U ovom slučaju oscilacije struje su snimljene osciloskopom Tektronix TDS 1002B i nakon toga obrađene u programskom paketu Matlab/Simulink, kako bi se ustanovila perioda oscilovanja srednje vrednosti struje. Dobijen je dijagram prikazan na slici 9 sa koga je i očitana vrednost periode oscilovanja od $T_u \approx 8\text{ms}$.



Slika 9. Odziv struje rotora pri kritičnom pojačanju

Na osnovu dobijenih vrednosti i tabele 1 određeni su sledeći parametri regulatora struje: $K_p=0,2$ i $T_i=7\text{ ms}$.

Regulator brzine je podešen metodom pokušaja i greške, a zadovoljavajuće vrednosti parametara su: $K_pS=110$ i $T_iS=50\text{ ms}$.

5. ZAKLJUČAK

Oblasti koje su obrađene u samom radu, daleko su opširnije i ubrzano se razvijaju, svakim danom donoseći nove i naprednije tehnike regulacije i upravljanja. Rad je karakterističan po tome što u dobrom delu objašnjava bazične principe funkcionisanja pogona, koji važe i za pogone koji su realizovani na druge načine, sa drugom konfiguracijom opreme i slično. Vršanjem raznih oglada na ovom modelu, izvedeni su vrlo korisni zaključci koji se u velikom broju slučajeva direktno mogu primeniti u industrijskim pogonima i drugim aplikacijama. Sa malim ulaganjem u razvoj ovog modela, studenti narednih generacija moći će da stiču bazična i kvalitetna saznanja iz ove, danas vrlo atraktivne oblasti.

6. LITERATURA

- [1] V.Vučković: Električni pogoni–II izdanje, Akademski misao, Beograd, 2002.
- [2] Hardware Manual DCS800, ABB, 2008
- [3] Karl Johan Astrom, Tore Hagglund, "Automatic Tuning of PID Controllers" Instrumentation Systems, 1988.

Kratka biografija:



Velibor Lazarević rođen je u Foči 1987.god. Elektrotehnički fakultet u Novom Sadu upisao je 2005 god, Diplomski – master rad odbranio je 2010 god. iz oblasti Elektrotehnike i računarstva na polju– Energetska elektronika u pogonu i u industriji.



Dejan Reljić rođen je u Prijepolju 1977. Magistarsku tezu je odbranio 2006. god, čime je stekao akademski naziv magistra tehničkih nauka iz oblasti elektrotehnike i računarstva.



Veran Vasić rođen je u Šapcu 1970. god. Doktorirao je na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu 2001. Zaposlen je na Fakultetu tehničkih nauka kao vanredni profesor.

PRIMENA REGENERATIVNOG FREKVENTNOG PRETVARAČA U ELEKTROMOTORNOM POGONU SA ASINHRONIM MOTOROM**APPLICATION OF REGENERATIVE FREQUENCY CONVERTER IN ELECTRIC DRIVE WITH INDUCTION MOTOR**Goran Krstić, Dejan Reljić, Veran Vasić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad opisuje prednosti upotrebe regenerativnih frekventnih pretvarača u elektromotornom pogonu sa asinhronom mašinom. Neke od navedenih prednosti regenerativnih frekventnih pretvarača su eksperimentalno verifikovane, upotrebom industrijskog pretvarača ABB ACS800-11 i predstavljene su u ovom radu.

Abstract – The paper describes the advantages of regenerative frequency converter in the drive with induction machines. Some of the advantages of regenerative frequency converters have been experimentally verified, using ABB industrial drive ACS800-11 and presented in this paper.

Ključne reči: Regenerativni pretvarač frekvencije, aktivni ispravljač, ABB ASC 800-11

1. UVOD

Rezerve fosilnih goriva, koje najvećim delom obezbeđuju današnje potrebe za energijom, konačne su i ubrzano se eksploatišu. Stoga energetska efikasnost i optimizacija potrošnje energije predstavljaju ne samo ekonomsko nego i ekološko i političko pitanje. Električna energija kao najplemenitiji oblik energije zauzima posebnu pažnju. Uštede u potrošnji električne energije moguće je ostvariti na različitim mestima i na različite načine, ali najveći efekti mogu se postići u industriji pošto najveći deo svetske potrošnje čine industrijski pogoni [1].

Kao pogonska mašina u savremenim regulisanim elektromotornim pogonima najčešće se sreće asinhrona mašina napajana iz pretvarača frekvencije. Standardnim frekventnim regulatorom moguće je postići velike uštede energije pre svega u ventilatorskim i pumpnim pogonima. Sa druge strane postoje pogoni kod kojih pogonska mašina značajan deo svog radnog veka provede u generatorskom režimu rada. U pomenutom slučaju upotrebom regenerativnih pretvarača moguće je generisanu energiju vratiti u mrežu i ostvariti još povoljniji energetski bilans pogona. Osim mogućnosti vraćanja energije u mrežu regenerativni pretvarači imaju i niz drugih prednosti: malo izobličenje struje prema mreži, mogućnost regulacije napona jednosmernog međukola i razmene reaktivne snage između pretvarača i mreže [2], [3], [4].

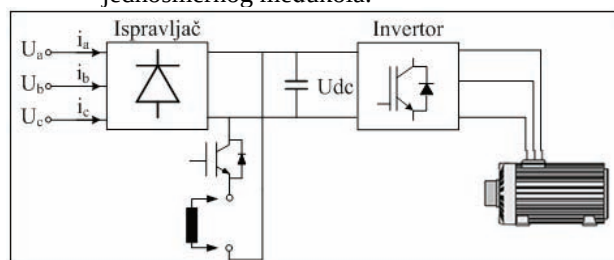
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Veran Vasić, van.prof.

2. OGRANIČENJA U RADU STANDARDNIH FREKVENTNIH PRETVARAČA

Uobičajena struktura danas dominantnih (dvokvadrantnih) frekventnih pretvarača data je na slici 1. Sa strane mreže prema motoru nalazi se šestopulsni diodni (mostni) ispravljač. Prednost korišćenja diodnog mosta se ogleda pre svega u nižoj ceni, ali i manjim gubicima u odnosu na slučaj kada se na ulazu nalazi aktivni ispravljač. Međutim korišćenjem diodnog mosta nameću se ograničenja u radu pretvarača [3]:

- diodni most onemogućava tok energije (snage) od jednosmernog međukola prema mreži,
- struja koju uzima iz mreže je znatno izobličena,
- ne postoji mogućnost regulacije napona jednosmernog međukola.

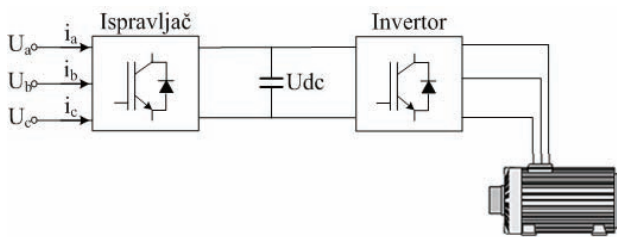


Slika 1. Blok šema energetskog dela najčešće korišćenih frekventnih pretvarača

S obzirom da nije moguće vratiti energiju u mrežu, prelazak mašine u generatorski režim rada, je praćen povećanjem napona jednosmernog međukola U_{dc} . U tom slučaju generisana energija se mora potrošiti na dodatnom otporniku koji se uključuje kada napon jednosmernog međukola U_{dc} premaši neku vrednost. Rešenje prethodno navedenih problema, vezanih pre svega za korišćenje diodnog ispravljača, je korišćenje aktivnih ispravljača na ulaznom stepenu u frekventni pretvarač

3. PREDNOSTI UPOTREBE REGENERATIVNIH PRETVARAČA FREKVENCije U POGONU SA ASINHRONOM MAŠINOM

Na ulaznom bloku regenerativnih frekventnih pretvarača nalazi se aktivni ispravljač (slika 2). Aktivni ispravljač sadrži punoupravljive prekidačke komponente tako da je moguće ostvariti punu kontrolu nad radom ovog bloka. On je u stvari inverter kojim se upravlja tako da radi kao ispravljač [4], [5], [6]. Ovakvi regenerativni pretvarači se još nazivaju i četvorokvadrantni pretvarači a poslednjih godina postaju sve popularniji i u oblasti obnovljivih izvora energije gde se koriste za upravljanje vetroelektranama.



Slika 2. Blok šema energetskega dela regenerativnih frekventnih pretvarača

Upotrebom regenerativnih pretvarača u elektromotornom pogonu omogućeno je [3], [4]:

- vraćanje energije u mrežu,
- puna kontrola aktivne i reaktivne snage,
- nizak nivo izobličenja struje pretvarača prema mreži,
- regulacija napona jednosmernog međukola,
- redukovanje kondenzatora u jednosmernom međukolu,
- puna kontrola momenta upravljanje mašine u motorskom i generatorskom režimu rada.

4. ISPITNA OPREMA

U okviru oglada koji su izvršeni u ovom radu, a sa ciljem da se eksperimentalno verifikuju navedene osobine regenerativnih pretvarača, realizovan je pogon koji se sastoji od sledećih komponenti:

1. Dve asinhronne mašine. Mašina AM1 sa nazivnim podacima: $n=710\text{ o/min}$, $P=5,5\text{ kW}$. Mašina AM2 sa nazivnim podacima: $n=1440\text{ o/min}$, $P=11\text{ kW}$,
2. Frekventnog pretvarača *Danfoss FC302*,
3. Regenerativnog pretvarača frekvencije *ABB ACS800-11-16*.
4. Dodatne opreme za ostvarivanje povratne sprege po brzini.

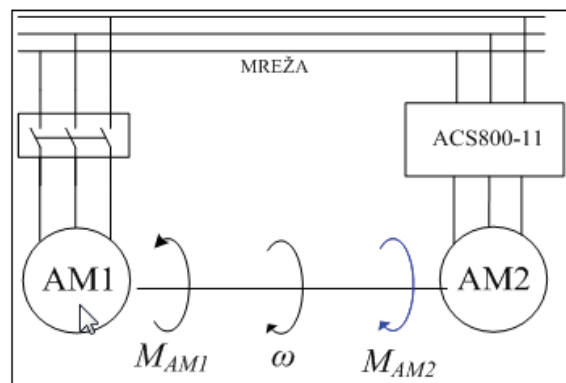
5. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

Da bi se ostvarili pojedini radni režimi uloge mašina su menjane u zavisnosti od oglada. Stoga je opisu svakog oglada navedeno koja se mašina upravlja regenerativnim pretvaračem (pogonska mašina) kao i način upravljanja opterećenom mašinom.

5.1. Kontrola toka aktivne i reaktivne snage

Svrha oglada je da se pokaže mogućnost kontrole toka aktivne i reaktivne snage. Da bi se omogućio rad pogonske mašine (napajane iz pretvarača *ACS800-11*) u motorskom režimu rada potrebno je obezbediti da se energija koji generiše opteretna mašina vrati u mrežu. Tok energije u oba smera obezbeđen je priključivanjem opteretne mašine direktno na mrežu prema slici 3. Ovakvom postavkom opreme brzina obrtanja je određena sinhronom brzinom opteretne mašine AM1 i menja se u uskom opsegu - za iznos klizanja. Da bi se pojednostavila sklopna oprema opteretna mašina se uključuje na mrežu pomoću sklopke.

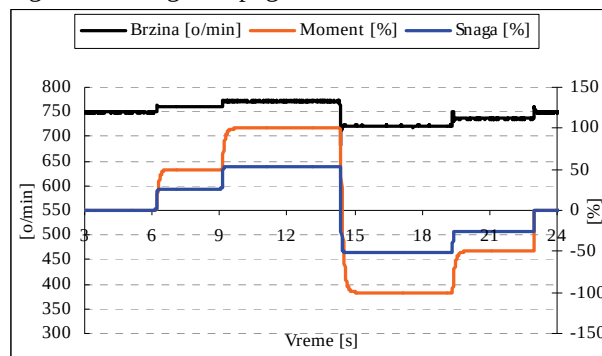
U toku ovog oglada regenerativni pretvarač je parametrizovan za rad u momentnom režimu. U cilju smanjenja polazne struje mašina AM1 se najpre zaleti na sinhronu brzinu pomoću pogonske mašine AM2 a zatim se sklopkom izvrši "meko" puštanje u rad.



Slika 3. Povezivanje pogonske i opteretne mašine za ogled sa promenom toka aktivne snage

5.1.1 Kontrola toka aktivne snage u pogonu

Pojedini pogoni zahtevaju da pogonska mašina trajano radi u generatorskom režimu rada (namotači, transportne trake), dok se kod nekih pogona motorski i generatorski rad smenjuju u pravilnim ili slučajnim ciklusima (dizalični pogoni, liftovi, žičare). Na slici 4 dat je dijagram koji pokazuje uspostavljanje trajnog motorskog ili generatorskog rada pogonske mašine.



Slika 4. Kontrola toka aktivne snage regenerativnim pretvaračem

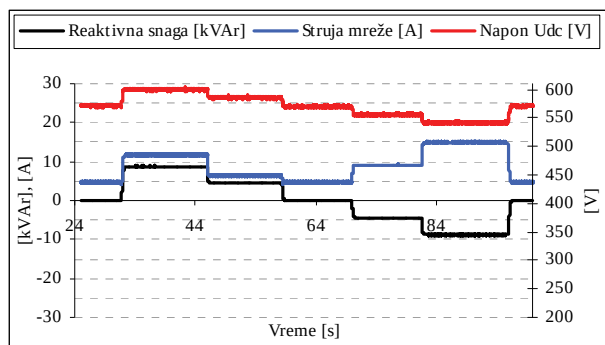
Sa slike se vidi da je brzina obrtanja pogona jako bliska sinhronoj brzini mašine AM1. Zadavanjem pozitivne reference momenta mašini napajanoj sa pretvarača *ACS800-11*, ona teži da dodatno ubrza sistem od dve spojene mašine. Međutim povećanjem brzine iznad sinhronu opteretna mašina prelazi u generatorski režim rada i uspostavlja se novo stacionarno stanje pri brzini malo većoj od sinhronu. Kada se pogonskoj mašini zada negativna referenca momenta tok snage postaje suprotan od onog u prethodno opisanoj situaciji.

Moment opterećenja je menjan skokovito sa sledećim referencama za moment 50, 100, -100, -50. Referenca momenta je izražena u procentualnom iznosu od nominalnog momenta pogonske mašine. Kako se brzina ne menja značajno dijagram promene snage prati dijagram promene momenta. Stoga negativan moment znači i da je snaga negativna odnosno da se snaga (energija) vraća u mrežu.

5.1.2 Kontrola toka reaktivne snage

Na slici 5 prikazan je grafik promene reaktivne snage sa 8,8[kvar] na -8,8[kvar]. Pozitivna vrednost označava da se pretvarač ponaša kao kapacitivno opterećenje tj. da generiše reaktivnu snagu u mrežu. Analogno prethodnom

iskazu negativna vrednost znači da se pretvarač ponaša kao induktivno opterećenje, tj. uzima reaktivnu snagu iz mreže.



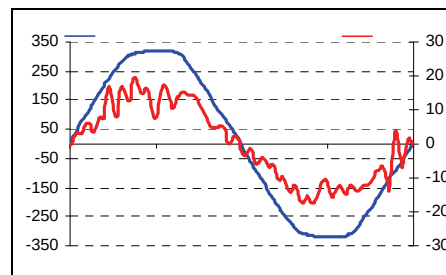
Slika 5. Kontrola toka reaktivne snage

Kao što se vidi sa slike najmanja struja, a to znači i najmanji gubici, dobijaju se ako nema razmene reaktivne snage sa mrežom. Međutim regulacija reaktivne snage pretvarača daje mogućnost popravke faktora snage grupe potrošača koji se napajaju sa iste sabirnice. Sa slike se takođe može se uočiti promena napona jednosmernog međukola sa promenom reaktivne snage.

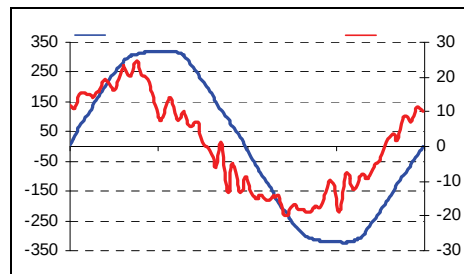
Razmena reaktivne snage sa mrežom podrazumeva fazni pomak između napona i struje prema mreži. Na slikama 6-8 prikazani su snimljeni talasni oblici napona i struje pretvarača prema mreži pri motorskom režimu rada pogonske mašine i to za različite zadate vrednosti reaktivne snage.

5.2 Harmonijski spektar struje na ulazu u pretvarač

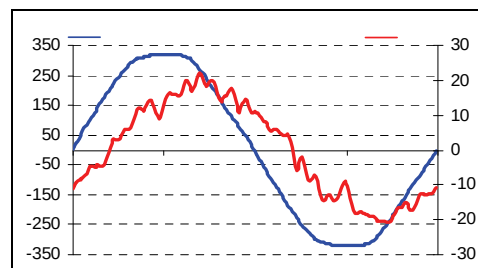
U praktičnom delu rada izvršen je set oglada pri čemu su snimani talasni oblici struje mreže za različite radne režime u pogledu razmene aktivne i reaktivne snage regenerativnog pretvarača sa mrežom. Kako je snaga motora znatno manja od snage pretvarača on nije mogao biti opterećen nazivnom strujom. Na slikama 6-8 dati su talasni oblici struje pretvarača prema mreži pri nominalnom opterećenju pogonske mašine u motorskom režimu rada i različite iznose razmene reaktivne snage sa mrežom. Dok je na slici 10 predstavljen talasni oblik ulazne struje pretvarača pri nazivnom opterećenju pogonske mašine u generatorskom režimu rada i nultom reaktivnom snagom prema mreži. Kao što se vidi sa slike ovde su napon i struja u protiv-fazi.



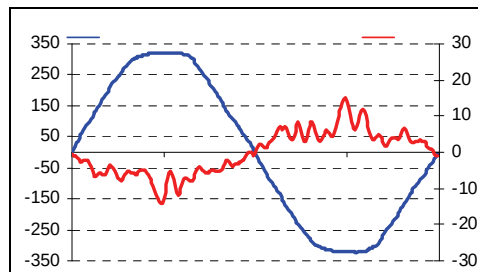
Slika 6. Talasni oblik struje pri $M=100\%$ i $Q=0$ kvar



Slika 7. Talasni oblik struje pri $M=100\%$ i $Q=5.5$ kvar(cap)



Slika 8. Talasni oblik struje pri $M=100\%$ i $Q=5.5$ kvar(ind)



Slika 9. Talasni oblik struje pri $M=-100\%$ i $Q=5.5$ kvar(ind)

Tabela 1 Ukupna harmonijska distorzija ulazne struje pretvarača za različite radne režime

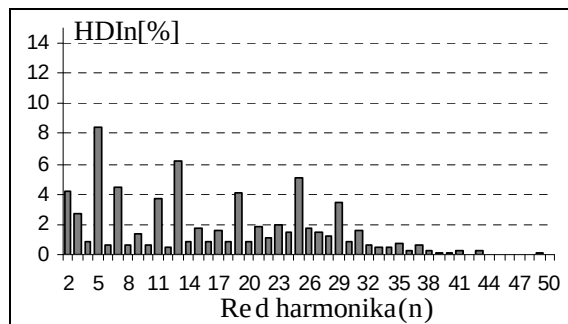
	Moment opterećenja [%]	Q=0		Q=5,5 kvar(cap)		Q=5,5 kvar(ind)	
		$I_{rms}[A]$	$THD_i[\%]$	$I_{rms}[A]$	$THD_i[\%]$	$I_{rms}[A]$	$THD_i[\%]$
Generatorski režim	10	1,8	500	7,7	24	8,5	21,8
	50	3,8	60,9	8,2	23	9	20,4
	100	6,3	33	9,6	20,6	10,3	18
Motorski režim	10	2,8	98,6	8	23,4	8,51	21,6
	50	5,7	32,5	9,43	18,7	9,9	17,4
	100	10,6	17	13,3	13	13,5	12,4

Na slici 10 prikazan je harmonijski spektar struje koja odgovara talasnom obliku struje sa slike 6. Harmonijski spektar struje pretvarača prema mreži u ostalim režimima je po obliku isti s tim da se povećava udeo svih viših harmonijskih komponenti. Osnovni harmonik ima vrednost 100% tako da je on radi preglednosti samog dijagrama

izostavljen. Sa slike 10 može se uočiti da su dominantni 5, 13 i 25-ti harmonik. Pored njih relativno visok udeo u odnosu na ostale imaju i 2, 7, 11, 17 i 19-ti harmonik. U tabeli 1 sumirani su eksperimentalno dobijeni rezultati na osnovu kojih se može zaključiti da ukupna distorzija

struje pretvarača prema mreži zavisi pre svega od njene efektivne vrednosti.

Bez obzira da li se uzima ili prima energiju iz mreže sa povećanjem razmene reaktivne snage raste i struja te ukupna harmonijska distorzija opada. Slično se može zaključiti i u slučaju kada se reaktivna snaga održava konstantnom, pri porastu opterećenja smanjuje se izobličenje struje



Slika10. Harmonijski spektar ulazne struje regenerativnog pretvarača za $M=100\%$ i $Q=0$ kvar

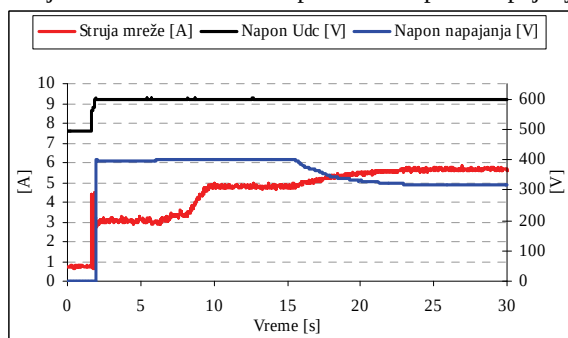
5.3 Regulacija napona jednosmernog međukola

Kontrolom aktivne snage na ulaznom bloku regenerativnog pretvarača obezbeđuje se regulacija napona jednosmernog međukola.

Stoga napon jednosmernog međukola nije osetljiv na promenu mrežnog napona, odnosno odstupanje mrežnog napona od nominalnog praktično nema uticaja na funkcionisanje pogona (pogonske mašine).

U ogledu koji je prikazan u ovom delu rada, a koji treba da potvrdi navedenu osobinu, mašina AM1 se upravlja frekventnim pretvaračem ABBACS800-11 a mašina AM2 pretvaračem Danfoss FC 302 koji održava specificiranu brzinu pogona. Brzina obrtanja je postavljena na 500[o/min], a moment opterećenja se održava na nazivnoj vrednosti pogonske mašine.

Uticaj promene napona napajanja na struju se najbolje može videti na slici 11 gde je najpre uspostavljen nominalni moment opterećenja, a zatim je napon napajanja snižavan sa 400[V] do 320[V] (pri ovoj minimalnoj vrednosti napona klasičan frekventni regulator se isključuje). Regenerativni pretvarač je uspeo da održi zadati napon međukola, što znači da inverter koji upravlja mašinom ne "oseća" promenu napona napajanja.



Slika 11. Uticaj trajnog sniženja napona napajanja na rad pogona upravljanog regenerativnim pretvaračem

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu navedene su i eksperimentalno verifikovane neke od prednosti upotrebe regenerativnih pretvarača frekvencije. Stoga je u praktičnom delu rada realizovan pogon sa industrijskim regenerativnim pretvaračem ABB ACS800-11.

Potvrđena je mogućnost pune i nezavisne kontrole toka aktivne snage u pogonu i razmene reaktivne snage pretvarača sa mrežom.

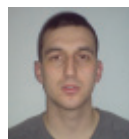
Snimanjem i analizom talasnog oblika struje pretvarača prema mreži ustanovljeno je da se sa povećanjem njene efektivne vrednosti smanjuje ukupna harmonijska distorzija, te da je ona znatno manja nego kod standardnih frekventnih pretvarača

Pokazano je da trajno smanjenje napona napajanja (mreže) do 320[V] praktično nema uticaja na rad pogonske mašine jer regenerativni pretvarač uspeva da održi napon jednosmernog međukola na zadatoj vrednosti

7. LITERATURA

- [1] F. Kulić, V. Janković, Đ. Oros, V. Vasić "Razvoj i realizacija sistema nadzora i upravljanja tokovima energenata u procesnoj industriji -Deo I" Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, 2009.
- [2] "ACS800-11 Hardware Manual", ABB Oy 2006.
- [3] Ph.D. Thesis Marek Masinski "Direct Power and Torque Control of AC/DC/AC Converter-Fed Induction Motor Drives" Warsaw, 2005
- [4] Ph.D. Thesis Mariusz Malinowski "Sensorless Control Strategies for Three-Phase PWM Rectifiers", Warsaw, 2001
- [5] Peter Vas, "Sensorless vector and direct torque control", Oxford university press 1998.
- [6] Giuseppe Buja, Domenico Casadei, Giovanni Serra "Direct torque control of induction motor drives", IEEE- ISIE 97

Kratka biografija:



Goran Krstić, rođen je u Loznici 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2010. god.



Dejan Reljić, rođen je u Prijepolju 1977. god. Magistrirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2006. godine. Oblast interesovanja su energetska elektronika i elektromotorni pogoni.



Veran Vasić rođen je u Šapcu 1970. god. Doktorirao je na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu 2001. Zaposlen je na Fakultetu tehničkih nauka kao vanredni profesor. Oblast interesovanja su elektromotorni pogoni i automatizacija industrijskih procesa.

**ODREĐIVANJE PARAMETARA SNOPA ZRAČENJA LINEARNOG MEDICINSKOG
AKCELERATORA****DETERMINING THE PARAMETERS OF THE RADIATION BEAM OF LINEAR
MEDICAL ACCELERATOR**Dragan Lazinica, Vesna Spasić Jokić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Cilj rada bio je određivanje parametara snopa zračenja linearnog medicinskog akceleratora. Eksperimentalni deo rada je odrađen na Vojnomedicinskoj akademiji u Beogradu, uz pomoć profesorice Vesne Spasić Jokić.

Abstract – The aim of the work was determination of the parameters of the radiation beam of linear medical accelerator. The experimental part of the work is done at the Military Medical Academy in Belgrade, with the help of Professor Vesna Spasic Jokic.

Ključne reči: Određivanje parametara snopa, medicinski akcelerator, apsorbovana doza, merna nesigurnost, korekcionni faktori

1. UVOD

Praktične metode određivanja apsorbovane doze date su u brojnim protokolima međunarodnih stručnih tela i nacionalnih metroloških organizacija.

Generalno, definišu se četiri osnovne metode: metoda direktnog određivanja apsorbovane doze u vodi prema IAEA protokolu 398 [1], metoda kerme prema protokolu IAEA 277[10], Spensr-Atiksova i Ngas metoda.

Merenja su izvršena na Vojnomedicinskoj akademiji u Beogradu na medicinskom linearnom akceleratoru (SL 75-20, PHILIPS).

2. ODREĐIVANJE APSORBOVANE DOZE**2.1. Karakteristike jonizacionih komora**

U tabeli 1 prikazane su fizičke i električne karakteristike jonizacionih komora. Komora NE2571 je korišćena u eksperimentalnom delu rada.

Tabela 1. Karakteristike jonizacionih komora [2,5,6,8]

karakteristika	ND1005/A	ND1005	NE2571
rang etalona	primarni	sekundarni	radni
proizvođač	OMH, Mađarska	OMH, Mađarska	NE, Engleska
serijski broj	8013	8304	313
zid: materijal debljina	grafit; 1.75 g/cm ³ 4.00 mm	grafit; 1.75 g/cm ³ 4.00 mm	grafit; 1.80 g/cm ³ 0.36 mm
prečnik šupljine	10.988 mm	11.000 mm	6.300 mm
osetljiva zapremina	1.0142 cm ³	1.000 cm ³	0.690 cm ³
spoljašnji prečnik	19.00 mm	19.00 mm	7.00 mm
elektroda: materijal prečnik visina	grafit 2 mm 10 mm	grafit 2 mm 10 mm	aluminijum 1 mm 20.6 mm
bildap kapa: materijal debljina ukupna debljina kapa	grafit 4 mm 16 mm	grafit 4 mm 16 mm	delrin 3.87 mm 3.87 mm
napon polarizacije	+250V	+200V	-250V
struja curenja	ispod 2 fA	ispod 2fA	ispod 5 fA
nominalna osetljivost	1 pA na 1.5 Gy/min	1 pA na 1.5 mGy/min	1 pA na 2.4 mGy/min

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bila dr Vesna Spasić Jokić, vanr.prof.

Korekcionni faktori jonizacione komore NE2571, izmereni, proračunati i procenjeni za snop8 MV X-zračenja prikazani su u tabeli 2 i odnose se na zračenje iz linearnog akceleratora SL 75-20.

Tabela 2. Korekcioni faktori jonizacije komore NE2571

faktor korekcije	vrednost	u (%)	Ref.vrednost
K_l	1.00	0.3	1.00
K_s	1.042 1.031	0.3	1.05
K_h	0.997	0.03	0.997
K_{st}	0.998	0.3	0.996
K_{at}	1.029	0.3	
K_{sc}	0.973	0.2	0.973
$K_{zid}=K_{at}K_{sc}$	0.999 0.991	0.36	0.996
K_{an}	0.990	0.3	1.00
K_m	1.003	0.3	
K_{cel}	0.992	0.15	0.992
K_m	1.000	0.5	
K_{tot} za kermu	1.020	0.924	
K_{repl}	0.993		0.993
K_p	0.996	0.5	0.995
FPR	1.00 (izrazi123 do 126)	0.1	1.017
K_{tot} aps. doza	1.009	1.055	

2.2. Određivanje apsorbovane doze.

U tabeli 3 dati su rezultati određivanja apsorbovane doze korišćenjem 4 različite metode. Prilikom određivanja doze merena je jačina kerme u šupljini komore smeštene u fantomu od perspeksa na različitim dubinama. Poređenje rezultata određivanja apsorbovane doze različitim metodama, za kalibracioni snop 8MV X-zračenja dato je u tabeli 3. Oznake u tabeli 3 imaju sledeća značenja:

IAEA 398 - metoda direktnog određivanja apsorbovane doze

S-A - Spenser-Atiksova metoda

IAEA 277 - metoda kerme

N_{gas} - metoda

δ_K - odstupanje rezultata od proračuna izvedenog metodom kerme

δ_C - odstupanje rezultata od proračuna izvedenog metodom IAEA 398

l - dubina merenja u fantomu od perspeksa.

Tabela 3. Rezultati određivanja apsorbovane doze korišćenjem 4 različite metode

$l(\text{cm})$	IAEA 398 mGy/s	δ_K %	S-A mGy/s	δ_K %	δ_C %	IAEA 277 mGy/s	δ_C %	N_{gas} mGy/s	δ_K %	δ_C %
1.00	1.79	+1.65	1.72	-2.23	-3.82	1.76	-1.62	1.71	-3.01	-4.58
1.60	2.01	+1.62	1.94	-2.27	-3.82	1.98	-1.59	1.92	-3.03	-4.57
1.80	2.04	+1.63	1.97	-2.28	-3.84	2.01	-1.60	1.95	-3.09	-4.64
2.00	2.06	+1.62	1.98	-2.29	-3.85	2.03	-1.61	1.96	-3.11	-4.61
2.30	2.05	+1.67	1.97	-2.28	-3.88	2.02	-1.64	1.96	-3.04	-4.63
3.00	2.01	+1.61	1.93	-2.28	-3.83	1.98	-1.59	1.92	-3.03	-4.57
5.00	1.84	+1.60	1.77	-2.28	-3.82	1.81	-1.58	1.76	-3.09	-4.62
7.00	1.67	+1.63	1.61	-2.25	-3.82	1.65	-1.61	1.60	-3.04	-4.59
9.00	1.52	+1.64	1.46	-2.21	-3.79	1.49	-1.62	1.45	-3.02	-4.58
11.0	1.38	+1.62	1.32	-2.22	-3.78	1.35	-1.61	1.32	-3.01	-4.53
15.0	1.12	+1.63	1.08	-2.27	-3.84	1.10	-1.61	1.07	-3.01	-4.57
19.0	0.90	-1.57	0.87	-2.25	-3.76	0.89	-1.55	0.86	-3.04	-4.54

Iz rezultata merenja se vidi da concept IAEA 398, generalno precenjuje vrednost apsorbovane doze u odnosu na druge metode, bez obzira na kvalitet zračenja. Ovaj faktor ima smisao apsorpcije energije pod uslovima elektronske ravnoteže ostvarene u zapremini komore, približan je i ne uzima u obzir efekte različitih konstrukcija i materijala zida komore. Međutim, zbog svoje jednostavnosti ušao je u praksu u mnogim protokolima za određivanje apsorbovane doze, uključujući sada važeći srpski.

Spenser-Atiksova i N_{gas} metoda koriste brojne koeficijente interakcije i fizičke konstante, čije se vrednosti razlikuju u brojnoj literaturi, dok je concept kerme sa računске strane čistiji.

S druge strane, concept kerme dosledno prati dvofaznost procesa predaje energije fotona materijalu i stoga je, u fizičkom smislu, korektniji. Generalno, metoda kerme potcenjuje vrednost doze u odnosu na druge metode. [3], [4], [7], [9]

2.3. Merna nesigurnost

Merna nesigurnost određivanja apsorbovane doze u vodi u snopu 8 MV X zračenja linearnog akceleratora procenjena je za slučaj da je koeficijent etaloniranja (faktor kalibracije) određen u snopu kontinualnog gama zračenja radionuklida ^{60}Co i u slučaju da je isti koeficijent određen u impulsnom snopu linearnog akceleratora čiji je nominalni akceleratorski potencijal 8 MV. [3], [4], [7], [9].

U tabeli 4 dati su rezultati procene proširene merne nesigurnosti određivanja apsorbovane doze u vodi kada je koeficijent etaloniranja određen u snopu ^{60}Co dok su u tabeli 5 dati rezultati procene proširene merne nesigurnosti određivanja apsorbovane doze u vodi kada je koeficijent etaloniranja određen u snopu 8 MV X zračenja.

Tabela 4. Proširena merna nesigurnost (koeficijent etaloniranja određen u snopu ^{60}Co)

izvor merne nesigurnosti	u (%)
1. Kalibracija	1.906
- spektralna raspodela snopa	0.500 [51]
- kalibracija dozimetra NE2570	1.000
- kalibracija komore NE2571	1.544
2. Određivanje korekcionih faktora u kalibracionom snopu ^{60}Co	4.466
- merna nesigurnost određivanja korekcionih faktora	1.055
-razlika u odnosu na korisnički impulsni snop	4.340
3. Merna nesigurnost jonizacione komore NE2571	1.140
4. Merna nesigurnost dozimetra NE2570	0.500
Proširena merna nesigurnost, $k=2$	5.013

Tabela 5. Proširena merna nesigurnost (koeficijent etaloniranja određen u snopu 8MV X-zračenja)

izvor merne nesigurnosti	u (%)
1. Kalibracija	1.958
- spektralna raspodela snopa	0.500
- kalibracija dozimetra NE2570	1.000
- kalibracija komore NE2571	1.607
2. Određivanje korekcionih u snopu 8MVX-zračenja faktora	1.055
3. Merna nesigurnost komore NE2571	1.340
4. Merna nesigurnost dozimetra NE2570	0.500
Proširena merna nesigurnost, $k = 2$	2.644

Iz tabela 4 i 5 proizilazi da bi ukupna merna nesigurnost određivanja apsorbovane doze u snopu 8MVX-zračenja, ako su korekcion i kalibracioni faktor određeni u snopu ^{60}Co bila 5.013 %.

Ukupna merna nesigurnost određivanja apsorbovane doze u snopu 8MVX, ukoliko su korekcion faktori određeni u snopu 8MVX-zračenja, bila bi 2.644%.

Ova merna nesigurnost odgovara uslovima i osnovnim principima radioterapijskog tretmana i smatra se prihvatljivom za poboljšanje kliničke dozimetrije i kvaliteta radioterapije. Merna nesigurnost od 5.013% ne odgovara uslovima kvalitetnog radioterapijskog tretmana i ne zadovoljava uslove korektne kliničke dozimetrije. [3], [4], [7], [9]

3. ZAKLJUČAK

U svim analizama kalibracionog i korekcionih faktora jedno je nesporno: vrednost kalibracionog faktora određena u snopu ^{60}Co se apsolutno može primeniti na korisnički impulsni snop od 8MVX, ali se korekcion faktori mnogo razlikuju.

Stoga, u cilju sprovođenja korektne kliničke dozimetrije i obezbeđenja kvalitetnog terapijskog tretmana neophodno je odrediti korekcione faktore u korisničkom snopu, dok se kalibracioni faktor može, a zbog uniformnosti i mora određivati u snopu ^{60}Co . [3], [4], [7], [9].

4. LITERATURA

- [1] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY „IAEA TRS 398: Absorbed dose determination in External Beam Radiotherapy”, Vienna, 2000.
- [2] P.J.Allisy-Roberts, D.T. Burns, C.Kesler, V.Spasic Jokić, “Comparison of the standards of air kerma of the SZMDM Yugoslavia and the BIPM for ^{60}Co γ rays” Rapport BIPM-02/01, januar 2009.
- [3] V. Spasić Jokić: “Metrološki aspekti osiguranja kvaliteta u radioterapiji”, Nauka, tehnika, bezbednost, No.2, dec. 1996, str.31-40.
- [4] V.Spasić Jokić, „Dose Accuracy from primary standard to the patient“, Archive of oncology, No 1, pp.19-24, 1998.

[5] I.Csete, V. Spasić Jokić: "Comparison of the standards of air kerma of the FBMPM and OMH for ^{60}Co γ -rays", *Mérésügyi Közlemények*, 1995/4, Budapest, dec.1995, p. 93-94.

[6] V. Spasić Jokić, I.Csete: "Comparison of air kerma primary standards between OMH and FBMP in ^{60}Co γ beam as a suport to quality assurance programme in radiotherapy" *International Journal Archive of Oncology*, Vol.4, No 1, 1996, p 23-4.

[7] S.Andrić, V.Spasić Jokić:"Current status of quality control on radiotherapy dosimetry", *International Journal Archive of Oncology*, Vol.7, No 2, 1999, p 63-65.

[8] V.Spasić Jokić, I. Csete, G.Machula, „Comparison of air kerma primary standards between SZMDM and OMH in ^{60}Co beam from the standpoint of radiotherapy“, *Archive of Oncology* 8(3), 2000, 111-112.

[9] V.Spasić Jokić, „Actual metrological conditions for ionizing chamber calibration in radiotherapy“, *Archive of Oncology*, Vol.12 No.2, 2004: 100-103.

[10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY „IAEA TRS 277: Absorbed dose determination in External Beam Radiotherapy“, Vienna, 1987.

Kratka biografija:



Dragan Lazinica rođen je u Šibeniku 1986.godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Električna merenja odbranio je 2010. god.



Vesna Spasić Jokić, vanredni profesor na Fakultetu tehničkih nauka od 2006. god. Doktorirala na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. Oblast interesovanja: električna merenja, nuklearna fizika, primena jonizujućih zračenja u medicini, zaštita od zračenja.

SISTEM ZA UPRAVLJANJE ZADACIMA TASK MANAGEMENT SYSTEM

Vladica Dodić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je opisan sistem za upravljanje zadacima, proizvodima, komponentama, timovima i greškama u okviru firme koja se bavi proizvodnjom softvera.

Abstract – This paper describes a system for management of tasks, products, components, teams and bugs within a software developing company.

Ključne reči: Upravljanje zadacima, klijent server arhitektura, WCF, Silverlight

1. UVOD

Za softverske kompanije je izuzetno značajno distribuirano upravljanje zadacima prilikom izrade softvera. Softverskih alata za upravljanje zadacima ima mnogo na tržištu. Neki su besplatni, dok drugi postoje samo za korišćenje unutar određene kompanije i nisu komercijalni. Upravljanje zadacima je proces upravljanja preko životnog ciklusa, uključujući planiranje, testiranje, praćenje i izveštavanje. Ovaj rad opisuje aplikaciju za upravljanje zadacima, proizvodima, komponentama, timovima i greškama u okviru softverske firme. Aplikacija je realizovana kao klijent-server web aplikacija bazirana na .NET C# programskom jeziku. Server je realizovan kao WCF (Windows Communication Foundation) web servis, dok je klijent baziran na Silverlight okviru za kreiranje web aplikacija. Za čuvanje podataka koristi se Oracle XE (Express Edition) baza podataka. U poglavljima koja slede opisano je rešenje zadatka.

2. OPIS PROBLEMA

Za potrebe opisivane aplikacije bitni su sledeći entiteti:

- Tim koji ima naziv, opis i članove tima. Postoji jedan vođa tima i jedan zamenik (može biti ista osoba) i promenljiv broj nadzornika.
- Član tima koji ima ime, prezime i korisničko ime.
- Proizvod koji ima naziv, opis, datum početka razvoja, listu komentara [komentar, datoteka, datum dodavanja], dodeljene timove, sastavne komponente, verziju i ogranak.
- Komponenta koja ima naziv, opis, datum početka razvoja, listu komentara, verziju, dodeljene članove tima, listu kontakata za potvrdu kvaliteta, listu zadataka i listu grešaka.

NAPOMENA:

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

- Zadatak koji ima naziv, opis, datum početka izvršavanja, listu planiranih datuma završetka, datum dodele, stanje, listu komentara i dodeljene članove tima.
- Greška (bug) koja ima sažetak, opis, datum prijave, težinu, hardver i operativni sistem na kome je primećen, listu komentara i status.

Web GUI aplikacije je prilagođen tipu korisnika koji koristi aplikaciju.

Prava pristupa korisnika aplikacije su podeljena u sledeće grupe:

1. Upravljanje timovima
2. Upravljanje proizvodima
3. Upravljanje komponentama
4. Upravljanje zadacima
5. Upravljanje greškama
6. Administriranje prava pristupa

Nakon svake izmene, dodeljivanja ili ponovnog dodeljivanja, aplikacija šalje email svim korisnicima koji su u nekoj vezi sa izmenjenim entitetom.

3. OPIS KORIŠĆENIH TEHNOLOGIJA I ALATA

Za razvoj aplikacije korišćene su sledeće tehnologije:

3.1. Microsoft Visual Studio 2008

Korišćen je kao razvojno okruženje aplikacije. Visual Studio je skup razvojnih alata zasnovanih na komponentama i drugih tehnologija za izgradnju moćnih aplikacija visokih performansi.

Visual Studio je integrisano razvojno okruženje (IDE - integrated development environment). Može se koristiti za razvoj konzolnih i GUI aplikacija zajedno sa aplikacijama u vidu standardne forme, web sajtova, web aplikacija i web servisa za sve platforme podržane od strane operativnog sistema Microsoft Windows, Windows Mobile, Windows CE, .NET Framework, .NET Compact Framework i Microsoft Silverlight[1].

3.2. Oracle XE

Korišćen je kao baza podataka. Predstavlja verziju Oracle baze podataka koja je besplatna za razvoj, primenu i distribuciju. Omogućuje brzo preuzimanje i jednostavno upravljanje. Sa Oracle Database XE se mogu razvijati i postavljati aplikacije sa dokazanom infrastrukturom, a zatim ih nadograditi kada je to neophodno, bez skupih i kompleksnih migracija[2].

3.3. Fluent NHibernate

Koristi se za komunikaciju sa bazom podataka. *NHibernate* je zreo, *open source* OR mapper za .NET framework. On se aktivno razvija, sadrži puno opcija i koristi se u hiljadama uspešnih projekata.

Fluent NHibernate nudi alternativu standardnom XML (*Extensible Markup Language*) *NHibernate* mapiranju. Umesto pisanja XML dokumenata za mapiranje (*.hbm.xml* datoteke), *Fluent NHibernate* omogućava pisanje datoteka mapiranja u C# kodu. Ovo omogućava lako refaktorisanje, poboljšanu čitljivost i koncizan kod[3].

3.4. C# .NET WCF

Koristi se za kreiranje servera, tj. *web* servisa aplikacije. WCF je interfejs za kreiranje servis orijentisanih aplikacija unutar .NET radnog okvira (*framework*).

WCF je prvenstveno implementiran kao skup klasa na vrhu .NET CLR-a (*Common Language Runtime*). To omogućava .NET projektantima da razvijaju servisno orijentisane aplikacije na poznat način. WCF omogućava kreiranje klijenata koji pristupaju servisima.

Koristeći WCF, moguće je slati podatke kao asinhronu poruku od jedne do druge krajnje tačke servisa. Krajnja tačka servisa može da bude deo stalno dostupnog servisa obezbeđenog (*hosted*) pomoću IIS (*Internet Information Services*) servisa, ili može da bude servis obezbeđen unutar aplikacije. Krajnja tačka može biti klijent servisa koji zahteva podatke od krajnje tačke servisa.

Iako je kreiranje takvih aplikacija bilo moguće i pre WCF-a, WCF čini razvoj krajnje tačke veoma lakim. Ukratko, WCF je dizajniran da ponudi kontrolisani pristup kreiranju *web* servisa i klijenata tih servisa[4].

3.5. Microsoft Silverlight

Korišćen za kreiranje klijenta. *Silverlight* je besplatan dodatak (*plug-in*) razvijen u .NET radnom okviru koji je kompatibilan sa više pretraživača (*browsers*), uređaja i operativnih sistema. On omogućuje uvođenje novog nivoa interaktivnosti gde god *web* radi.

U *Silverlight* aplikacijama, korisnički interfejsi su deklarirani u XAML (*Extensible Application Markup Language*) datotekama i programirani korišćenjem podskupa .NET radnog okvira.

Silverlight aplikacije mogu biti napisane u bilo kom .NET jeziku programskom jeziku. Bilo koji razvojni alati, koji se mogu koristiti sa .NET jezicima, mogu raditi sa *Silverlight*-om, pod uslovom da mogu da se povežu sa *Silverlight CoreCLR* za hostovanje aplikacija, umesto .NET CLR-a[5].

3.6. AD LDS(Active Directory Lightweight Directory Services) – ADAM(Active Directory Application Mode)

Koristi se za definisanje i proveru prava pristupa korisnika aplikacije. AD LDS je nezavisan mod aktivnog direktorijuma koje pruža direktorijske usluge za aplikacije.

AD LDS pruža organizacijama fleksibilnu podršku za direktorijske aplikacije. Direktorijumska aplikacija

koristi direktorijum radije nego bazu podataka, datoteku, ili drugu strukturu za skladištenje podataka.

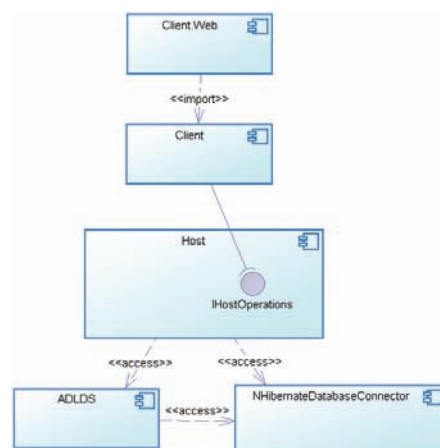
Iako AD LDS samostalno obezbeđuje direktorijsko skladištenje i pristup za aplikacije, AD LDS koristi iste standardne API-je kao *Active Directory* radi upravljanja i pristupanja podacima aplikacije. To čini AD LDS idealnim za aplikacije koje zahtevaju direktorijske servise, ali ne zahtevaju kompletnu infrastrukturu i mogućnosti *Active Directory*-ja[6].

4. OPIS REŠENJA PROBLEMA

Aplikaciju čine sledeće komponente:

- *NHiberanteDatabaseConnector*
- *ADLDS*
- *Host*
- *Client*
- *Client.Web*

Na slici 1. dat je model komponenti aplikacije za upravljanje zadacima.



Slika 1: Model komponenti aplikacije za upravljanje zadacima

4.1. NHiberanteDatabaseConnector

NHiberanteDatabaseConnector je komponenta za komunikaciju sa bazom podataka koja se oslanja na *Fluent NHiberante* mapiranje tabela baze na klase (*entity classes*) unutar komponente.

Komponenta se sastoji iz sledećih klasa:

- *TeamMember* - Klasa koja predstavlja člana tima (zaposlenog).
- *Product* - Klasa koja predstavlja proizvod.
- *Component* - Klasa koja predstavlja komponentu.
- *Team* - Klasa koja predstavlja tim.
- *Branch* - Klasa koja predstavlja granu.

- *Task* - Klasa koja predstavlja zadatak.
- *Comment* - Klasa koja predstavlja komentar.
- *EndDate* - Klasa koja predstavlja datum završetka zadatka.
- *Bug* - Klasa koja predstavlja grešku.
- *DataAccess* - Klasa koja obezbeđuje metode za komunikaciju sa bazom podataka.

Sve navedene klase-entiteti su označeni kao ugovori podataka (*DataContract*) a njihovi atributi su označeni kao članovi podataka (*DataMember*). Ovo označavanje omogućava serijalizaciju klase i njenih atributa i njihovo slanje preko mreže. Koristeći *Fluent NHibernate* mapiramo prikazane klase na tabele u bazi.

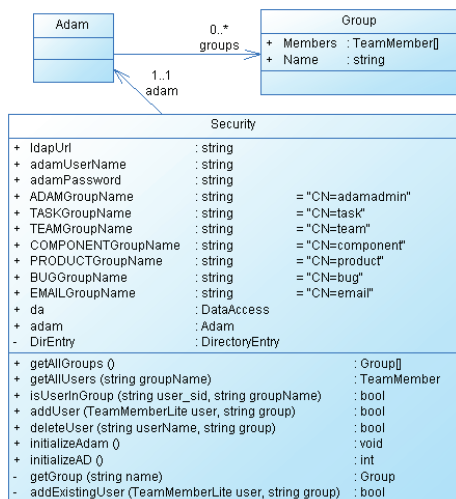
Komunikacija sa bazom podataka se obavlja u sesijama (*Session*). Sesije se kreiraju koristeći fabriku sesija (*SessionFactory*) koja predstavlja reprezentaciju OR mapiranja u memoriji. Pošto je kreiranje fabrike veoma zahtevno, instanca fabrike sesija u klasi *DataAccess* se kreira samo jednom i kasnije se koristi za kreiranje sesija (*singleton* šablon).

4.2. ADLDS

ADLDS je komponenta za komunikaciju sa ADAM-om i oslanja se na direktorijumske servise koje obezbeđuje AD LDS. Komponenta se sastoji iz sledećih klasa:

- *Group* - Klasa koja predstavlja grupu koja definiše prava pristupa. Sadrži atribut *Name* koji predstavlja ime grupe i listu zaposlenih koji su unutar grupe i koji imaju prava pristupa definisana grupom.
- *Adam* - Klasa koja predstavlja objektnu reprezentaciju ADAM-a. Sadrži listu grupa koje sve zajedno definišu sigurnosni model aplikacije.
- *Security* - Klasa koja obezbeđuje metode za komunikaciju sa ADAM-om.

Na slici 2. prikazan je model klasa komponente.



Slika 2: Model klasa komponente ADLDS

Koristeći metode obezbeđene u klasi *Security* izvršava se administriranje i provera prava pristupa korisnika.

4.3. Host

Host je komponenta koja predstavlja server aplikacije, kreirana kao WCF servis. Komponenta obezbeđuje servise klijentima pozivom metoda unutar interfejsa *IHostOperations*.

Komponenta se sastoji iz sledećih klasa i interfejsa:

- *IHostOperations* - Interfejs koji je okrenut ka klijentima i koji im obezbeđuje poziv metoda koje implementiraju željenu funkcionalnost.
- *ICrossDomainService* - Uvodi *client access policy*, koji omogućuje da server naznači da je bezbedno da *Silverlight* poziva njegove metode, bez štetnih posledica.
- *HostOperations* - Klasa koja implementira metode izložene u *IHostOperations* interfejsu i potpuno implementira funkcionalnost traženu u specifikaciji zadatka.
- *CrossDomainService* - Klasa koja implementira *ICrossDomainService* interfejs.
- *User* - Klasa koja se koristi za implementaciju sigurnosnog modela aplikacije. Sadrži obeležja koja ukazuju na prava pristupa trenutno prijavljenog korisnika na osnovu kojih će se modifikovati izgled aplikacije.

Kako bi interfejs učestvovao u WCF servisu, on mora biti označen atributom – *ServiceContract*. Sve metode unutar interfejsa, koje se žele izložiti klijentima na korišćenje, se moraju označiti atributom – *OperationContract*.

4.4. Client

Client je komponenta koja predstavlja *Silverlight* klijent. Ova komponenta je zadužena za generisanje korisničkog interfejsa sa obzirom na prava pristupa korisnika. Pomoću nje je korisnicima omogućena sva funkcionalnost definisana u specifikaciji zadatka.

Komponenta sadrži referencu na WCF servis iz komponente *Host* pomoću koje se klijentu omogućava pozivanje metoda izloženih putem interfejsa *IHostOperations*. Takođe klijent dobija *proxy* klase koje predstavljaju duplikate klasa iz komponente *Host* pomoću kojih učestvuje u komunikaciji sa servisom. Sva komunikacija sa servisom se obavlja asinhrono.

Komponenta se sastoji iz sledećih web stranica:

1. *App.xaml* – Korenska stranica aplikacije. Nakon inicijalizacije upućuje *browser* na stranicu *Login.xaml*.
2. *Login.xaml* – Stranica aplikacije za prijavljivanje. Ukoliko je prijavljivanje proteklo uspešno, aplikacija od servisa dobija objekat tipa *User* koji sadrži atribute korisnika koji je obavio prijavljivanje na sistem i njegova prava pristupa.

3. *LeadPage.xaml* – Glavna stranica aplikacije. Preuzima objekat tipa *User* od *Login.xaml* stranice i na osnovu njega modifikuje izgled aplikacije tako da odgovara pravima pristupa prijavljenog korisnika.
4. Funkcionalne celine aplikacije su raspoređene na sedam tabova u stranici:
 - 4.1. Početna celina omogućuje rad sa zaposlenima (*Employees* kartica). Ona omogućava korisnicima uvid u zadatke, timove, komponente, prijavljene i dodeljene *bug*-ove selektovanog zaposlenog iz liste. Omogućava i dodavanje, uklanjanje zadataka, *bug*-ova i komentara ukoliko korisnici imaju prava pristupa za te operacije.
 - 4.2. Sledeća celina omogućuje rad sa timovima (*Teams* kartica).
 - 4.3. Sledeća celina omogućuje rad sa zadacima (*Tasks* kartica).
 - 4.4. Sledeća celina omogućuje rad sa proizvodima (*Products* kartica).
 - 4.5. Sledeća celina omogućuje rad sa komponentama (*Components* kartica).
 - 4.6. Sledeća celina omogućuje rad sa greškama (*Bugs* kartica).
 - 4.7. Poslednja celina omogućuje administriranje prava pristupa (*User access* kartica). Ona omogućava dodavanje u i uklanjanje korisnika iz grupa prava pristupa.
 - 4.8. Podaci koji se prikazuju na tabovima se preuzimaju od servisa. Ukoliko ih zatraži korisnik koji ima administratorska prava, realno je očekivati da će, na primer, broj zaposlenih biti reda veličine od nekoliko stotina, do par hiljada. Neefikasno je čekati da servis dostavi sve potrebne podatke pa ih onda prikazati korisniku. Rešenje je dobiti ukupan broj entiteta (na osnovu koga se izračunava broj stranica sa entitetima) i dovoljno entiteta da se popuni prva stranica liste, koja se zatim prikazuje korisniku, dok pozadinski proces čeka dobavljanje svih traženih entiteta (*paging*). Kada pozadinski proces dobije tražene podatke, prelazak sa jedne na drugu stranicu sa entitetima se vrši lokalno, bez komunikacije sa servisom.
5. *SelectComponentWindow.xaml*, *SelectEmployeesWindow.xaml*, *SelectProductWindow.xaml*, *SelectTeamWindow.xaml* – Predstavljaju stranice koje se prikazuju u obliku prozora glavne stranice, koje služe za selekciju komponente, zaposlenih, proizvoda i tima respektivno.
6. *CreateBranchWindow.xaml*, *CreateBugWindow.xaml*, *CreateCommentWindow.xaml*, *CreateComponentWindow.xaml*, *CreateProductWindow.xaml*, *CreateTaskWindow.xaml*, *CreateTeamWindow.xaml* – Predstavljaju stranice koje se prikazuju u obliku prozora glavne stranice, koje služe za kreiranje novih entiteta - grane, greške, komentara, komponente, proizvoda, zadatka i tima respektivno.
7. *CommentsWindow.xaml* – Stranica koja služi za prikazivanje liste komentara selektovanog entiteta. Omogućava dodavanje i uklanjanje komentara.
8. *DescriptionWindow.xaml* – Stranica koja služi za prikazivanje opisa selektovanog entiteta.
9. *EndDateHistoryWindow.xaml* – Stranica koja služi za prikazivanje hronoloških promena predviđenog datuma završetka selektovanog zadatka.
10. *CustomBugsPager.xaml*, *CustomComponentsPager.xaml*, *CustomEmployeePager.xaml*, *CustomProductsPager.xaml*, *CustomTasksPager.xaml*, *CustomTeamsPager.xaml* – Stranica koja implementiraju *paging* opisan u prethodnoj sekciji.

4.5. Client.Web

Client.Web je komponenta koja predstavlja web sajt aplikacije.

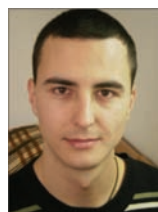
5. ZAKLJUČAK

Aplikacija je realizovana po specifikaciji i inkorporira odlične osobine *Fluent NHibernate*-a kao podloge za komunikaciju sa bazom podataka, WCF-a kao okvira za kreiranje servis orijentisanih sistema i *Silverlight*-a kao moćne platforme za kreiranje bogatih web aplikacija zaduženih za komunikaciju sa korisnicima i interakciju sa servisima. Koristeći navedene tehnologije kreirana je bezbedna i bogata aplikacija koja korisnicima omogućava upravljanje čitavim projektima na nivou kompanije.

6. LITERATURA

- [1] *Microsoft Visual Studio*, http://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio
- [2] *Oracle Database 10g Express Edition*, <http://www.oracle.com/technetwork/database/express-edition/overview/index.html>
- [3] *Fluent NHibernate wiki - Getting started* http://wiki.fluentnhibernate.org/Getting_started
- [4] *What Is Windows Communication Foundation*, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms731082.aspx>
- [5] *Microsoft Silverlight* http://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Silverlight
- [6] *Why Use Active Directory Lightweight Directory Services* [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa705886\(VS.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa705886(VS.85).aspx)

Kratka biografija:



Vladica Dodić rođen je u Zenici 1986. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarstvo i automatika odbranio je 2010.god.

VIŠEZONSKA FUZZY REGULACIJA SISTEMA GREJANJA FUZZY REGULATION OF MULTIZONE HEATING SYSTEM

Saša Stamenković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazano jedno rešenje implementacije nadzora i upravljanja grejanjem u objektu, posredstvom programskog rešenja Magiesta. Celokupna komunikacija u sistemu se oslanja na serijski RS-232 protokol. Regulaciju temperature vrši fuzzy kontroler, generisanjem odgovarajućeg PWM signala.

Abstract – This paper involves implementation of heating supervision and control in the building, using Magiesta software. Entire communication in the system relies on the RS-232 protocol. Fuzzy controller regulates room temperature through appropriate PWM signal.

Ključne reči: Serijska komunikacija, PWM, JAVA, WEB aplikacija, fuzzy.

1. UVOD

Ekološki i energetske problemi nameću niz izazova koji se odnose na upotrebu obnovljivih izvora energije i načina kako bi se ta energija koristila optimalno [1].

Prema trenutno aktuelnom trendu potrošnje očekuje se da će uskoro potrošnja električne energije nadmašiti njenu proizvodnju, pa je štednja jedino šta je preostalo da se uradi po tom pitanju. Štednja ne podrazumeva smanjenje nivoa komfora niti pad životnog standarda, već primenu alternativnih rešenja koja vode očuvanju energetskih resursa čija je potrošnja neracionalna, a njihove zalihe ograničene **Error! Reference source not found.**

Treba napomenuti da su poslovni objekti i njihovi korisnici veoma zahtevni po pitanju kvaliteta i stabilnosti radnih uslova jer su studije nedvosmisleno pokazale da i male promene u pogledu temperature, nivoa osvetljaja ili kvaliteta vazduha izuzetno nepovoljno utiču na produktivnost rada. Ušteda kroz snižavanje nivoa bilo kojeg od navedenih parametara stoga ne dolazi u obzir.

Dominantan izvor energije koji nam je dostupan po trenutno prihvatljivoj ceni jeste ušteda energije [3]! Dobra stvar je što se kroz ovu aktivnost mogu zadovoljiti i druge naše potrebe poput smanjenja zagađenosti i efekta staklene bašte. [4],[5]. Nastavak rada je podeljen u sekcije, gde je u prvom delu, tačka 2, opisana fizička arhitektura sistema, način adresiranja, primanja i slanja poruka između komponenti. Celine 3 i 4 daju uvid u korišćene tehnike i tehnologije u projektu, fuzzy logiku i širinsku modulaciju (PWM). Kroz tačku 5 prikazan je razvoj i način realizacije rešenja. Između ostalog, objašnjen je način realizacije fuzzy kontrolera koji upravlja stanjem ventila u prostorijama. Rad je zaokružen u delu 6, gde su navedeni i razlozi implementacije rešenja na opisan način.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je dr Velimir Čongradec, docent.

2. ARHITEKTURA SISTEMA

Protokol je sinhroni serijski (RS-232 platforma). Arhitektura protokola je zasnovana na hijerarhijskoj strukturi razvijena shodno fizičkoj organizaciji. Svaki od sobnih kontrolera u sebi ima unapred instaliranu programsku komponentu na memorijskom EEPROM čipu.

Prilikom slanja poruke podaci se pripremaju i smeštaju u telegram, a potom spremaju u paket i šalju kroz mrežu. Opšti oblik jednog telegrama je prikazan na slici Slika 1 – Telegram i objašnjen u tabeli **Error! Reference source not found.**



Slika 1 – Telegram

gde je:

Tabela 1 – Opis polja jednog telegrama

ADRL	Prvi bajt (byte) adresnog polja
ADRH	Drugi bajt (byte) adresnog polja
LEN	4-orobitna dužina bloka podataka
CMD	4-orobitni komandni kod
Data[i]	Podaci, ako postoje tj ako su potrebni za datu komandu
CS	Kontrolni byte

Paket predstavlja kompletnu poruku koja se šalje ka nekom od slave uređaja, grupi ili master čvoru. Nakon pripremljenog telegrama formira se paket dodavanjem bajta 0x1B na početak paketa, označavajući da se radi o novom zahtevu ili odgovoru.

Sa stanovišta fizičke infrastrukture sistem čine:

- jedan vodeći čvor (*master*). Njegov zadatak je direktno upravljanje kompletnim sistemom na osnovu prikupljenih podataka, što se svodi na komunikaciju sa zonskim, pomoćnim kontrolerima;
- više pomoćnih (*slave*) uređaja, čija je uloga upravljanje stanjem ventila (otvoren/zatvoren) na osnovu vrednosti koju beleži senzor temperature, željene (*set point*) temperature poslate od strane vodećeg čvora, stanja digitalnog senzora na prozoru i takozvanog 'bajpas' senzora (omogućava korisniku, koji boravi u prostoriji, produženje trenutnog stanja za dodatnih sat vremena) i
- jedan ili više pojačavača signala, koji su sprega između vodećeg i zonskog kontrolera. Zadatak svakog pojačavača je da prosleđeni paket, u zavisnosti od smera komunikacije, raspakuje (dekoduje) u telegram i pošalje ka zonskom kontroleru ako je smer master – slave. Kada se

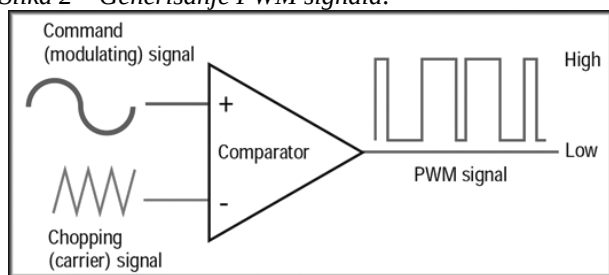
radi o odgovoru tj smeru čvor – master pojačavač telegram poslat od strane zonskog uređaja sprema u paket i šalje ka vodećem čvoru.

Ako je zahtev za akcijom ili upit poslat ka jednom čvoru, on šalje odgovor ka masteru. U slučaju grupne ili broadcast poruke (komanda se šalje ka svim čvorovima u mreži, globalno) master ne dobija povratnu informaciju tj nema odgovora.

3. PWM SIGNAL

Predstavlja moćnu tehniku za kontrolisanje analognih signala procesorskim digitalnim izlazom. Pulsni je niz fiksne amplitude i frekvencije, jedino varira širina signala na osnovu ulaznog napona. Način je digitalnog kodovanja analognog signala. PWM (*Pulse Width Modulation*) je digitalan, jer u svakom trenutku vremena, shodno vremenu odabiranja, generiše signal maksimalne ili minimalne vrednosti. Koristi se u mnogim aplikacijama, u rasponu od merenja i komunikacije do kontrole energije. [6],[7]

Za primer sistema grejanja i upravljanja rada ventilom, čije je moguće stanje ili potpuno otvoren ili potpuno zatvoren, je odlična opcija za adekvatno upravljanje. Princip generisanja PWM signala je prikazan na slici – Slika 2 – Generisanje PWM signala.



Slika 2 – Generisanje PWM signala

Zbog svoje beskonačne rezolucije, smetnji i šumova analogni signal nužno menja svoju trenutnu vrednost. Sa druge strane, digitalna kola su robusna i jednostavna za dizajn. Tim povodom je i iskorišćena tehnika širinske modulacije, pa tako digitalni signal prenosi informaciju i kontroliše analogna kola. [8]

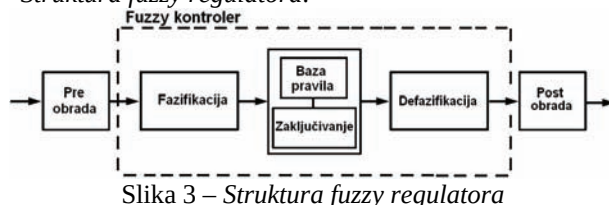
Pružanjem dovoljne širine signala, svaka analogna vrednost se može generisati PWM-om. Sa otprilike 90% efikasnosti, pruža velike mogućnosti za optimizaciju i uštedu potrošnje energije. Krajnji rezultat je prosečni napon napajanja koji je jednak ulaznom, ali sa manje gubitaka na izlaznoj fazi [9].

4. FUZZY LOGIKA

Koncept fuzzy logike (FL) je nastavak razvoja "klasične" Aristotelove logike za slučaj neizvesnosti, neodređenosti. Zamišljen je od strane Lotfi Zadeh, profesora sa Univerzitetu u Kaliforniji, „Berkley“ 1988. godine za podražavanje ljudskog rezonovanja primenom računara. Fazi logika je način da se mašine načine inteligentnijim, osposobljavajući ih da rezonuju na nepotpuno nejasan (fuzzy) način poput ljudi. Pojavila se kao alat koji je u stanju da se izbori sa neodređenošću, nepreciznosti i problemima kod donošenja kvalitativnih odluka [10], [11], [12].

U ovom radu koncept regulacije temperature je zasnovan na korišćenju fuzzy kontrolera. Kontroler upravlja stanjem ventila čija je otvorenost direktno proporcionalna

grešci u razlici između trenutne i željene temperature u prostoriji. On stanje uspostavlja generisanjem koprespodentnog PWM signala i tako upravlja protokom, odnosno, vrednošću temperature. Struktura regulatora, sa svim komponentama koje ga čine, prikazana je na slici Slika 3 – Struktura fuzzy regulatora.



Slika 3 – Struktura fuzzy regulatora

5. REALIZACIJA REŠENJA

Projektna tema je razvoj sistema za nadzor i upravljanje grejanjem jedne zgrade. Realizacija rešenja je vršena u dve etape.

U prvoj iteraciji obuhvaćeno je upravljanje radom pumpi (koje snabdevaju sistem toplom vodom) i ventila na radijatorima u prostorijama, podešavanjem željene temperature u prostoru. Sam odabir vrednosti temperature vrši se iz kontrolne sobe kroz korisničko okruženje. Odluku o tome da li će ventil biti zatvoren ili otvoren vrši PID regulator na osnovu stanja senzora. Ta odluka određuje trajanje stanja ventila, generisanjem PWM signala.

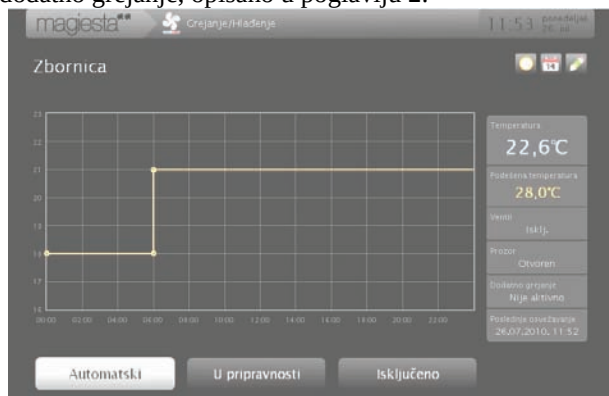
Sa ciljem za daljim proširenjem i povećanjem mogućnosti, jednostavnosti i, pre svega, uštede energije, kao ključnim faktorom izvršene su određene izmene, ali i deo potpuno novog rešenja koje je opisano i predstavljeno u ovom radu. Prilikom izrade i vršenja izmena projekta bilo je neophodno:

- Dobiti uvid o fizičkoj arhitekturi, njenoj organizaciji i načinu realizacije, kako bi stvorili jasnu sliku kompletnog sistema;
- Snimiti serijski protokol, kako bi bili u mogućnosti da, na osnovu trenutnog i željenog stanja sistema, generišemo pravovremene i adekvatne naredbe;
- Testirati ispravnost primera jednog manjeg sistema, dobijenog od strane izvođača prvobitnog projekta i njemu odgovarajućih komandi. Samim testom bi se potvrdili i dopunili zaključci doneseni o stavkama vezanim za fizičku izvedbu i sam protokol;
- Realizovati SCADA aplikaciju Magiesta [13] programskim rešenjem, kroz koju ćemo vršiti nadzor i upravljanje;
- Definirati fuzzy regulator koji će upravljati radom ventila u svim prostorijama na osnovu trenutnog i definisanog, željenog stanja u koji hoćemo da prevedemo i
- Testirati kompletiranu celinu u dovoljnom obimu i broju iteracija, a sve u cilju pronalaženja grešaka koje su se desile usled pogrešno napisanog programskog koda ili pak nekog od problema fizičke arhitekture (neispravnost nekog od modula, pogrešno spojenih žica i slično).

Svim ovim izmenama rad i 'komunikacija' sa sistemom u mnogome je olakšana i ubrzana. Jasnije i intuitivnije, a ipak obimnije u odnosu na prvobitnu realizaciju, je prikazano stanje i ponašanje svake od prostorija.

Postignuto je i povećanje uštede zamenom PID regulatora fuzzy kontrolerom.

Koncept nadzorno upravljačkog sistema kroz ovaj protokol zamišljen je tako da je objekat podeljen na zone i grupe, koje čine skup pojedinačnih zona selektovanih određenim kriterijumom. Takvom podelom omogućeno je administratoru slanje pojedinačne komande većem broju prostorija, odjednom. Na prikazu stanja jedne zone, *Slika 4 – Ponašanje jedne zone*, predstavljeni su trenutna i željena temperatura ispraćene grafom prikaza, stanje ventila i prozora i korisničke aktivnosti da li je aktivirano dodatno grejanje, opisano u poglavlju 2.



Slika 4 – Ponašanje jedne zone

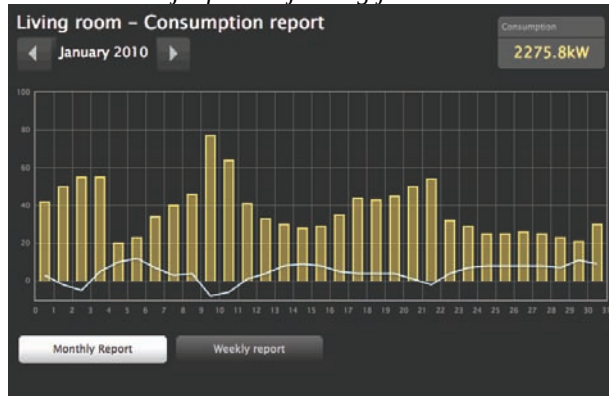
Takođe, za svaku učionicu ili kancelariju možemo definisati određeni plan ili događaj. Planovi predstavljaju dugoročan način kretanja temperature, a događaji željeno ponašanje za kraći vremenski period.

Svi grafovi spadaju, baš kao i ostatak svake stranice, pod dinamički generisan sadržaj. Grafovi se kreiraju koristeći HTML5 tehnologiju [14],[15].

5.1 Izveštaji

Kao deo proširenja sistema uključeno je i generisanje izveštaja o potrošnji energije i energetske efikasnosti. Predstavljaju fokusiran, istaknut sadržaj određenom gledaocu i često se koriste za prikazivanje rezultata eksperimenta, istrage, upita ili ključnih podataka sistema ili jednog njegovog dela. Osnovna potreba za izveštajima je pregled potrošnje energije ili novca, vremena rada i donošenje zaključaka u cilju poboljšanja proizvodnje i povećanja prihoda i uštede.

Prikaz i primer jednog izveštaja se može videti na slici *Slika 5 – Izveštaj o potrošnji energije*.



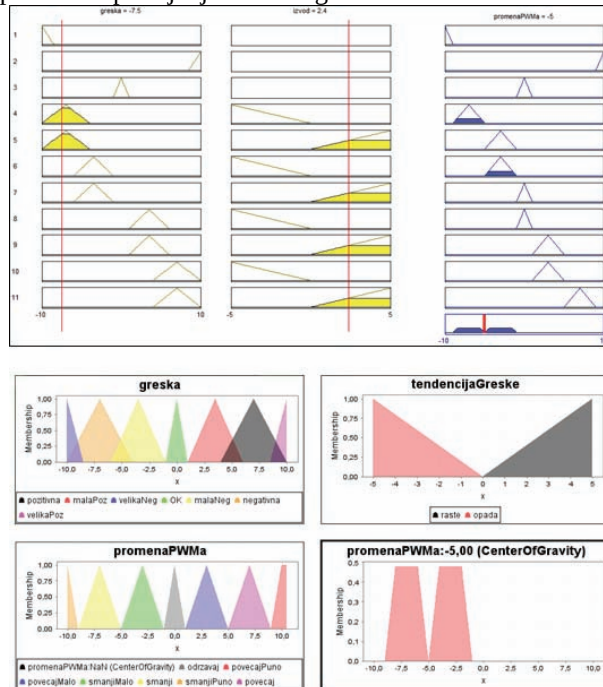
Slika 5 – Izveštaj o potrošnji energije

Barovi (stupci) predstavljaju trajanje otvorenosti ventila tokom dana, a linija kretanje potrošnje tj. vrednost utrošene energije.

5.2 Fuzzy regulator

Simulacija je izvršena najpre u MATLAB-u kroz alatni dodatak Fuzzy Logic Toolbox, a potom i kroz JAVA programski kod [16], korišćenjem već postojećeg API rešenja (jFuzzyLogic) [17]. Regulator ima dva ulaza i jedan izlaz. Ulazi su izračunata greška, razlika izmerene i ostvarene temperature i izvod greške, koja nam pruža informaciju o tendenciji kretanja vrednosti greške, odnosno, da li greška opada ili raste. Izlazom određujemo promenu upravljanja, kojom ćemo opteretiti sistem. Ta promena, koja se odnosi na upravljanje u prethodnom trenutku, definiše period u kome ventil će biti otvoren ili zatvoren [18], [19],[20].

Definisani regulatori su identični tj. kompletna podešavanja koja se tiču pravila, funkcija pripadnosti, fazifikacije, donošenja zaključaka i defazifikacije su jednaki. Rezultati dobijeni simulacijom u oba primera (MATLAB i test kroz Eclipse programsku komponentu) se poklapaju. Za bilo koju vrednosti greške i njoj odgovarajućeg izvoda dobija se identična vrednost promene upravljanja PWM signala.



Slika 6 – Simulacija u MATLAB i Eclipse okruženju

Rezultate dobijene u MATLAB-u (gore) i Eclipse-u (dole) ilustruje Slika 6. Na slici možemo videti i odgovarajuće funkcije pripadnosti ulaza i izlaza i na osnovu definisanih vrednosti ulaza (-7.5 za grešku i 2.4 izvod greške) dobijenu promenu upravljanja (promena vrednosti PWM signala je -5 za dati primer) kojom ćemo prevesti sistem u željeno stanje i postići u optimalnom vremenu željenu vrednost temperature.

6. ZAKLJUČAK

Kako bi se postigla zadovoljavajuća temperatura u prostoru toplotni sistem koristi za tu svrhu određeni tip bojlera. On vrši zagrevanje vode koja kruži kroz sistem i prolazi kroz izmenjivače toplote, radijatore, fan-coil jedinice i drugo.

Asocijacija *World Academy of Science, engineering and technology* je putem eksperimenata na ovakvim tipovima sistema pokazala da je korišćenje fuzzy regulatora u

mnogome bolje, u odnosu na PID regulator. Neke od ključnih stavki su: manja potrošnja energije (i do 7%), bolje se adaptira na prostorije različite namene, ako se radi o adaptivnom tipu regulatora, kontrola tj. kretanje oko radne tačke je mnogo preciznije. [21]

Zaključak je da je razvijeno rešenje optimalno u odnosu na zadati kriterijum, da donosi najsavremenije aspekte i tehnologije koje se danas mogu sresti u sistemima ovog tipa. Postignuto je povećanje uštede energije, odnosno, smanjen je izliv novca koji se može preusmeriti u drugom smeru, kao što je na primer upotreba solarnih panela kojima bi se vršilo zagrevanje vode tokom sunčanih dana u godini.

7. LITERATURA

- [1] <http://ccd.uns.ac.rs/aus/>
- [2] <http://www.energy.gov/energyefficiency/buildings.htm>
- [3] "The Kyoto protocol - A brief summary", European Commission, April 2007
- [4] <http://www.homesystem.com>
- [5] <http://www.seeingenergy.rs>
- [6] Jon Tombs, Antonio J. Torallba, Leopoldo G.Franquelo, *University of Seville*, "A PWM Fuzzy Logic Controller"
- [7] J. Holtz, "Pulse width modulation", (1992)
- [8] M. Taghizadeh, A. Ghaffari, F. Najafi, "Modeling and identification of a valve for PWM control applications"
- [9] Abdelouahab Bouafia, Jean-Paul Gaubert, Fateh Krim, "Design and implementation of PWM"
- [10] Ming-Chang Shih, Ming-An Ma, *Mechatronics*, izdanje 8, april 1998, "Position control using fuzzy PWM control method"
- [11] L.A. Zadeh, *Inform. Control*, izdanje 8, "Fuzzy Sets"
- [12] Marcelo Godoy Simoes, *Colorado School of Mines*, "Introduction to Fuzzy Control"
- [13] www.magiesta.com
- [14] <http://www.html5.org>
- [15] <http://www.w3.org/TR/html5/>
- [16] Bruce Eckel, „Thinking In Java, 4th Edition“
- [17] <http://jfuzzylogic.sourceforge.net>
- [18] Jan Jantzen, "Design Of Fuzzy Controllers"
- [19] Nurdan Yıldırım, Macit Toksoy, Gülden Gökçen, *Energy and Buildings*, izdanje 38, Septembar 2006, "District heating system design for a university campus"
- [20] Benjamin Paris, Julien Eynard, Stéphane Grieu, Thierry Talbert, Monique Polit, *Energy and Buildings*, izdanje 42, oktobar 2010, "Heating control schemes for energy management in buildings"
- [21] www.waset.org

Kratka biografija:



Saša Stamenković je rođen 18.02.1986. godine u Vršcu. Završio je prirodno-matematički smer gimnazije "Borislav Petrov Braca" 2005. godine u Vršcu. Iste godine je upisao Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek elektrotehnika i računarstvo, smer računarstvo i automatika. Opremio se na usmerenje automatika i upravljanje sistemima. 2010. godine je završio osnovne studije, odbranivši svoj Bachelor rad i nakon toga upisao svoje diplomske-master studije na Fakultetu tehničkih nauka.

AUDIOMETRIJA I UTICAJ SLUŠNIH APARATA NA POBOLJŠANJE ČULA SLUHA

AUDIOMETRY AND IMPACT OF HEARING AIDS ON THE IMPROVEMENT OF HEARING

Branka Čigoja, Vlado Delić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Zoran Komazec, *Medicinski fakultet, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Čulo sluha čovjeka predstavlja prirodni sistem senzora koji omogućava percepciju zvučnih pojava iz okoline. U radu je dat kratak pregled fiziologije spoljašnjeg, srednjeg i unutrašnjeg uva. Detaljnije su izložene informacije o percepciji jačine i visine zvuka, o čujnom području uva, kao i o subjektivnoj jačini zvuka. Poseban osvrt dat je na audiometriju, tonalnu i govornu, opis metoda, proceduru mjerenja i izvedeni su zaključci o izvjesnom doprinosu slušnih aparata na poboljšanje sluha.

Abstract – The human sense of hearing represents a natural system of sensors which enables the perception of sounds from the environment. The paper gives a brief review of the physiology of the external, the middle and the inner ear. The perception of sound intensity and pitch, the hearing area, as well as sound loudness are described in detail. The paper also gives a brief review of audiometry, tonal and speech audiometry, description of methods and measurement procedures. Conclusions related to the contribution of hearing aids to the improvement of hearing are also given.

Ključne riječi: čulo sluha, percepcija zvuka, oštećenje sluha, tonalna audiometrija, govorna audiometrija, prag razumljivosti, slušni aparat

Keywords: sense of hearing, perception of sound, hearing loss, tonal audiometry, speech audiometry, threshold of intelligibility, hearing aid

1. UVOD

Čovjeku je pružena mogućnost percepcije zvučnih pojava iz okruženja preko čula sluha. Taj sistem se sastoji od dva uva koja su prostorno razdvojena glavom kao fizičkom preprekom. Pod uticajem fizičkih nadražaja iz okruženja u svijesti slušaoca stvaraju se odgovarajuće zvučne senzacije, odnosno zvučne slike o izvorima zvuka i njihovom položaju u prostoru. Iako je čulo sluha senzorski sistem, postoje bitne razlike koje ga razdvajaju od senzora koji se koriste u tehnici, kao što su, na primjer, mikrofoni. Prvo, čulo sluha registruje zvuk ali ga i procesira, što znači analizira, i na osnovu toga u svijesti stvara složene zvučne slike. Drugo, u građi čula sluha i njegovim funkcijama postoje neminovne individualne razlike među ljudima.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Vlado Delić.

Svi numerički ili grafički pokazatelji kojim se ilustruju pojedine osobine i rad ovog čula dobijeni su usrednjavanjem na osnovu osobina velikog broja ljudi. Zbog toga se podaci o čulu sluha moraju shvatiti kao statistički pokazatelji. Čulo sluha kod čovjeka može se podijeliti na dvije funkcionalne cjeline: na fizički i psihološki dio. Fizički dio čula sluha su dva uva, nervni putevi i centri u kori velikog mozga. Psihološki dio čini nematerijalna sfera psihološkog reagovanja na fizičku pobudu koja kao rezultat daje zvučnu sliku u svijesti slušaoca. U ovom radu je dosta pažnje posvećeno audiometriji, odnosno tonalnoj i govornoj audiometriji. Urađen je detaljan opis ovih metoda, kao i samo mjerenje na Klinici za bolesti uva, grla i nosa u Novom Sadu. Fokus rada je na utvrđivanju značaja slušnih aparata, odnosno dobiti od slušnih aparata u poboljšanju razumljivosti govora kod ljudi sa oštećenim čulom sluha.

2. OSNOVNI PRINCIPI RADA ČULA SLUHA

U svakodnevnom životu pojam čula sluha najčešće se vezuje uz pojam uva kao djelimično vidljivog dijela ovog senzorskog sistema. Struktura građe uva prikazana je na sl.1. Vidi se da je građa ovog organa relativno složena. Ona se u anatomsom, ali i u funkcionalnom smislu, dijeli na tri cjeline: spoljašnje, srednje i unutrašnje uvo, [1]. Ova podjela ide anatomske jasnim granicama.

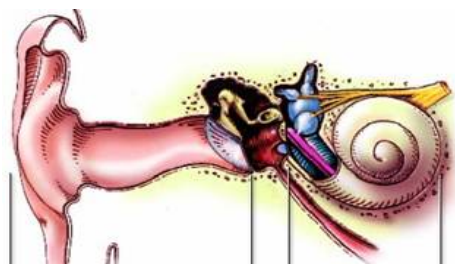
Spolja posmatrano, na glavi je vidljivo samo spoljašnje uvo. Srednje i unutrašnje uvo nalaze se u šuplinama kostiju glave, čime su u znatnoj mjeri zaštićena od eventualnih mehaničkih oštećenja, od promjene temperature, vlažnosti sredine, itd.

Spoljašnje uvo čine ušna školjka i slušni kanal. Ušna školjka je hrskavičava tvorevina pokrivena kožom. Spoljašnji slušni kanal je cijev dužine 25-30 mm, a zapremine oko 1 cm³. Na kraju kanala nalazi se bubna opna, tako da je to u akustičkom smislu cijev otvorena na jednom svom kraju i zatvorena na drugom, koja najviše pojačava zvuk u opsegu govornih frekvencija. Bubna opna fizički i mehanički razdvaja spoljašnje i srednje uvo. Fizički, pošto predstavlja kompletnu barijeru između spoljašnjeg i srednjeg uva. Mehanički, pošto je bubna opna prva u nizu mehaničkih pretvarača vazduhom prenijete energije.

Srednje uvo ima posredničku ulogu između vazdušne sredine, koja se završava bubnom opnom, i unutrašnjeg uva, popunjenog limfom, u kome se nalaze senzori. To je vazdušasta šupljina u kojoj se nalaze: bubna opna, tri ušne koščiце sa pratećim ligamentima i mišićima, i membrana prema unutrašnjem uvu koja se naziva „ovalni prozor“. Šupljina srednjeg uva je povezana sa usnom dupljom jednom kapilarnom cjevčicom koja se naziva Eustahijeva

tuba. Eustahijeva tuba je uzani kanal dužine oko 35 mm. Ona je sastavni dio srednjeg uva i spaja centralnu šupljinu srednjeg uva sa usnom dupljom.

Glavni dio unutrašnjeg uva je pužasto tijelo (kohlea). To je koštani, šuplji organ ispunjen tečnošću. Pužasto tijelo je u stvari kanal uvijen u obliku puža. Dužina ovog kanala je 30-35 mm, i on je uzdužno podijeljen na dva dijela pregradom koja se naziva bazilarna membrana i koja odvaja prostor kohlee na gornji i donji dio. Na bazilarnoj membrani se nalazi Kortijev organ, u kome je smješteno oko 25.000 završetaka glavnog slušnog nerva. Promjena pritiska tečnosti u pužu detektuje se pomoću nervnih završetaka, čije savijanje dovodi do pojave električnih impulsa koji se prenose duž nervnih vlakana (brzinom od oko 30 m/s) do mozga i u centru za sluh stvaraju osjećaj zvuka.



Slika 1. Presjek kroz centralnu ravan desnog uva, [1]

Ovaj prikaz mehanizma slušanja ukazuje na izuzetnu složenost čula sluha: pomoću ovog organa se akustička energija zvučnog talasa koji dolazi na ušnu školjku pretvara u mehaničku, što dovodi do vibracije tečnosti u unutrašnjem uvu i konačno do okidanja električnih impulsa koji nose informacije do centra za sluh u mozgu. Do poremećaja pri slušanju može doći usljed promjena ili oštećenja u bilo kom dijelu opisanog prenosnog lanca.

3. PERCEPCIJA JAČINE I VISINE ZVUKA

Pri prijemu zvuka čulo sluha reaguje vrlo jasno i određeno na tri osnovne karakteristike signala. To su jačina, visina i boja, [2].

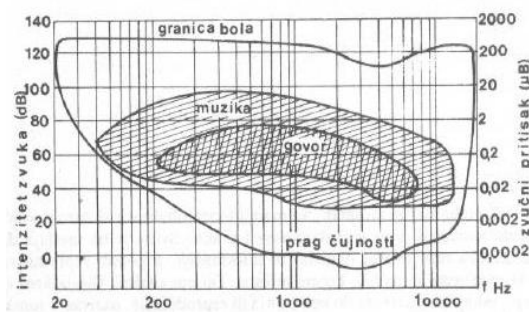
Jačinu zvuka određuje intenzitet, koji zavisi od snage zračenja zvuka u pravcu prijemnika i od udaljenosti prijemnika od zvučnog izvora. Visina zavisi od frekvencije, dok boju određuje spektar zvuka.

Sva čula preko kojih čovjek ostvaruje kontakt sa okolinom i reaguje na nadražaje podliježu Veber-Fehnerovom zakonu, koji kaže da je osjećaj srazmjeran logaritmu pobude. Nivou od 0 dB odgovara prag čujnosti za frekvenciju od 1 000 Hz, a 120 dB je prag bola.

Svaki ton ima visinu koja zavisi od frekvencije. Što je frekvencija veća, veća je i visina tona i čovjek može da čuje do najviše 20.000 Hz. Ljudsko uvo ne prima jednako dobro zvuk svake frekvencije. Kod nižih frekvencija i kod jako visokih frekvencija potrebno je da zvuk ima jači intenzitet da bi u ljudskom uvu proizveo jednak podražaj. Ljudsko uvo je najosjetljivije na frekvencije oko 1 kHz, dok na 20 Hz i preko 10 kHz osjetljivost uva bitno opada. Na sl.2. je prikazano čujno područje uva.

Subjektivna visina tona je ona visina koju čulo sluha registruje. Čovjek osjeća promjenu visine tona, s tim što se subjektivni osjećaj visine tona ne poklapa u potpunosti sa skalom u Hz. Zbog toga je uvedena subjektivna jedinica za visinu koja se naziva mel. Herci i meli su isti do 500 Hz, dok za više frekvencije jednakim promjenama u melima odgovara sve veća promjena u Hz.

Čulo sluha razlikuje ton iste visine ali različite boje (svaki muzički instrument ima svoju boju). Boju tona određuju broj harmonika i njihove amplitude.



Slika 2. Prikaz čujnog područja uva

Smjer zvuka se određuje na dva glavna načina. Prvi način je pomoću razlike u vremenu ulaska zvuka u jedno i drugo uvo. Ovaj mehanizam kašnjenja ispoljen je najbolje na frekvencijama ispod 3.000 Hz, jer talasi nižih frekvencija obilaze glavu slušaoca i dolaze do suprotnog uva. Drugi način određivanja smjera zvuka je pomoću razlike u jačini zvukova koji ulaze u oba uva. Ovaj mehanizam djeluje na višim frekvencijama, jer se talasi visokih frekvencija odbijaju od glave kao od ekrana, a ne zaobilaze je [1].

4. AUDIOMETRIJA

Audiometar proizvodi električnu naizmjeničnu struju različite frekvencije i intenziteta. Proizvedena struja će preko slušalica za vazдушnu i koštanu vodljivost proizvesti prilično čist ton, oslobođen od viših harmonika.

Potreba za ujednačavanje bilježenja audiometrijskog nalaza proizvela je formiranje jednoobraznog audiometrijskog formulara. Audiometrijski formular je kvadratnog oblika, iscrtan horizontalnim i vertikalnim linijama, kao što je prikazano na sl. 3. Na apscisi se nalaze frekvencije tonova u oktavnim rasponima (128, 256, 512 Hz..., odnosno zaokružene vrijednosti 125, 250, 500 Hz...). Ove vrijednosti su realne fizičke vrijednosti. Na ordinati se bilježe vrijednosti izmjerenog praga sluha u dB i to počevši od -10 ili 20 dBnHL (dB for normal hearing level) do 110 ili 120 dBnHL.

KLINIKA ZA BOLESTI UVA, GRCLA I NOSA - NOVI SAD
AUDIOLOŠKO - VESTIBULOLOŠKI ODSJEK

Predimje i ime: _____ Datum pregleda: _____ Redni broj: _____
Zanimanje i starost: _____ Vrstu aparata: _____

☐ TONALNI AUDIOGRAM

PREGLED SLUHA

Frekvencija (Hz)	Prag čujnosti (dB)	Prag bola (dB)
125	15	120
250	15	120
500	15	120
1000	15	120
2000	15	120
4000	15	120
8000	15	120

Vazdušno prenošenje: plavo Binauralni gubitak sluha: _____
Koštano prenošenje: crveno po Fowler-Sabine-u _____

GOVORNI AUDIOGRAM

Frekvencija (Hz)	Prag čujnosti (dB)
125	15
250	15
500	15
1000	15
2000	15
4000	15
8000	15

☐ Preko slušalica
☐ U slobodnom prostoru

Otoskopija: _____
Mišljenje: _____
Potpis: _____

Slika 3. Audiometrijski formular

Ove vrijednosti u dB nisu realne fizičke vrijednosti i one označavaju prag sluha, odnosno gubitak sluha. Odredi-

vanje praga sluha na pojedinačnim ispitivanim frekvencijama pokazalo je da čovjek nema jednaku osjetljivost u okviru cijelog čujnog opsega.

4.1. Audiometrijske metode

Određivanje praga sluha podrazumjeva mjerenje vazdušnog i koštanog praga sluha, [1]. To je klasična tonalna liminarna audiometrija, zlatni standard dijagnostike slušnog oštećenja. Kod određivanja vazdušne vodljivosti test signal se prezentuje preko slušalica. Kod određivanja koštane vodljivosti test signal se prezentuje preko koštanog vibratora postavljenog na mastoidni nastavak. Preporučuje se uvijek najprije mjerenje praga vazdušne vodljivosti, a potom koštane. Prag sluha se određuje upotrebom test tonova određenih frekvencija.

Sama metoda se izvodi tako što se postave slušalice preko ušnih školjki vodeći računa o tome da se dijafragma slušalica nalazi neposredno uz spoljašnji slušni kanal. Treba zategnuti slušalice, jer ukoliko su one suviše labave rezultat će biti pogrešan, naročito u području nižih frekvencija. Okolna buka takođe može uticati na dobijanje pogrešnog rezultata te treba voditi računa da se ispitivanje obavlja u zvučno izolovanoj prostoriji.

Prije određivanja praga sluha ispitaniku treba saopštiti da će čuti različite visine tonova različitih intenziteta. Od ispitanika se traži da javi najtiši ton koji još uvek čuje. Registrovani nalaz se bilježi.

Druga audiometrijska metoda u radu je govorna audiometrija. Govorna audiometrija daje informaciju o mogućnostima svakodnevne komunikacije i razumijevanja govora. Iako se izvodi rjeđe od tonalne liminarne audiometrije, govorna audiometrija je neizostavna kod određivanja tipa slušnog aparata, kao i kod vještačenja, naročito ukoliko postoji neskladnost između tonalne audiometrije i komunikacionih sposobnosti pacijenta.

Pri izvođenju tonalne liminarne audiometrije pacijentu se emituje čist ton određene frekvencije, dok je kod govorne audiometrije stimulus riječ ili rečenica koja u sebi sadrži širi frekvencijski spektar.

U ljudskom govoru svaki vokal ima svoj osnovni ton koji kod muškaraca ima frekvenciju u proseku od oko 125 Hz, a kod žena oko 250 Hz. Osim ovog tona, vokale karakterišu i formanti koji su posljedica rezonancije u grlu, ustima, ždrijelu, nosu i sinusima. Prvi formant se nalazi u frekventnom području između 200 i 800 Hz, a drugi između 600 i 4.000 Hz – po tome se međusobno razlikuju vokali.

Konsonanti nemaju tako izraženu formantnu strukturu spektra, obično ih karakteriše širi frekvencijski spektar i često imaju karakteristike šuma. U određivanju intenziteta govora dominantan značaj imaju vokali.

Govorna audiometrija se obično izvodi nakon načinjene tonalne liminarne audiometrije. Test se izvodi u zvučno izolovanoj prostoriji preko slušalica (za svako uvo ponaosob), ili u slobodnom slušnom polju, što predstavlja realniju situaciju. Za izvođenje govorne audiometrije u svakom slučaju neophodno je imati audiometar sa mogućnošću izvođenja govorne audiometrije te test riječi i rečenice snimljene na CD ili audio kasetu. U našoj zemlji se za izvođenje govorne audiometrije upotrebljavaju fonetski balansirane jednosložne i dvosložne riječi ili brojevi. Preko zvučnika ili slušalica pacijentu se određenim intenzitetom emituju test riječi i od njega se traži da ponovi emitovanu riječ. Sa svakim od intenziteta ponavlja

se po 10 (nekada i po 20) riječi i bilježi se broj ispravno interpretiranih odgovora. Procenat tačno ponovljenih riječi bilježi se u formularu za govornu audiometriju na mjestu određenom za taj intenzitet stimulacije.

U interpretaciji nalaza razlikuju se različiti pragovi. Prag detektibiliteta predstavljen je intenzitetom stimulacije koji kod pacijenta izaziva akustički nadražaj, a pri tome se ne postiže razumljivost niti jedne riječi. Prag perceptibiliteta (opažanja) predstavlja intenzitet stimulacije pri kojoj započinje razumljivost riječi. Prag inteligibiliteta (diskriminacije) predstavlja intenzitet stimulacije kod koje se postiže razumljivost od 50% aplikovanih riječi.

Maksimalna razumljivost predstavlja najviše mjesto na grafikonu za govornu audiometriju pri kome se postiže najveća razumljivost riječi. U interpretaciji nalaza se osim navedenih numeričkih vrijednosti u obzir uzima i oblik krivulje.

4.2. Stepen oštećenja sluha

Postoje tri tipa gubitka sluha, koji se razlikuju po tome koji je dio slušnog sistema oštećen, [3].

- Konduktivno oštećenje sluha - bilo kakav problem u spoljašnjem ili srednjem uvu koji ometa uvo da pravilno provodi zvuke.
- Sensorineuralno oštećenje sluha - termin koji se koristi da opiše probleme u unutrašnjem uvu, slušnom nervu ili i u jednom i u drugom.
- Mješovito oštećenje sluha - kombinacija konduktivnog i sensorineuralnog oštećenja sluha.

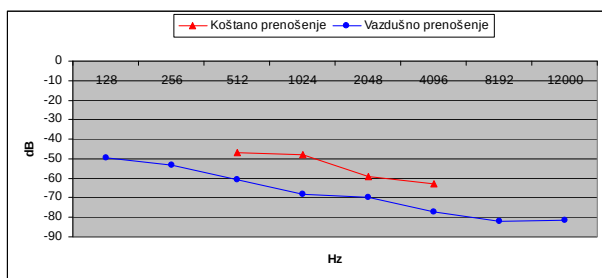
Sljedeća klasifikacija pokazuje odnose između gubitka sluha u dB i stepena otežanosti komunikacije, [1]. Kada je čujnost od 0-20 dB, to je uredan sluh, 21-40 dB je slušno oštećenje lakog stepena, 41-60 dB slušno oštećenje srednjeg stepena, 61-75 dB slušno oštećenje teškog stepena (može se razumjeti samo glasni govor iz blizine), 76-90 dB je slušno oštećenje teškog stepena (normalni konverzacioni govor je nečujan) i od 91 dB duboko slušno oštećenje.

5. PROVJERA UTICAJA SLUŠNIH APARATA NA POBOLJŠANJE SLUHA

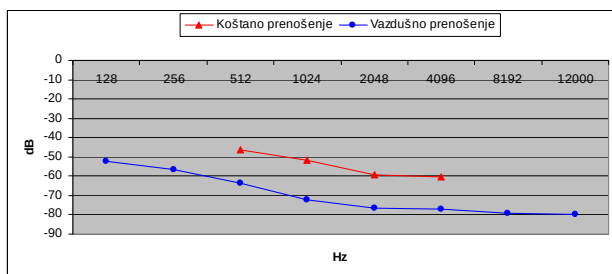
U okviru ovog rada izvedeno je mjerenje čula sluha, kako tonalnom tako i govornom audiometrijom, čiji je cilj bio da pokaže koliki je uticaj slušnih aparata na poboljšanje čula sluha, odnosno razumljivost govora. Mjerenja su rađena u Kliničkom centru Vojvodine, Klinika za bolesti uva, grla i nosa u Novom Sadu. Mjerenja su obuhvatila 33 ljudi, među kojima je 17 žena i 16 muškaraca. Audiometrija je vršena po prethodno opisanim pravilima mjerenja. Prvo je urađena tonalna audiometrija, kako na desnom tako i na lijevom uvu, a zatim govorna. Tonalnom audiometrijom je utvrđeno da je ova grupa ljudi imala pretežno mješovitu nagluvost na oba uva, sa teškim stepenom slušnog oštećenja.

Dat je prikaz dobijenih rezultata, kao što se može i vidjeti na sl.4. za desno, i na sl.5. za lijevo uvo. Razlika između koštane i vazdušne vodljivosti ukazuje koliki je udio patologije srednjeg uva na nastalu nagluvost.

Vršena su i poređenja u stepenu slušnog oštećenja između žena i muškaraca i pokazalo se da muškarci u ovoj grupi od 33 osobe imaju veće oštećenje sluha od žena.

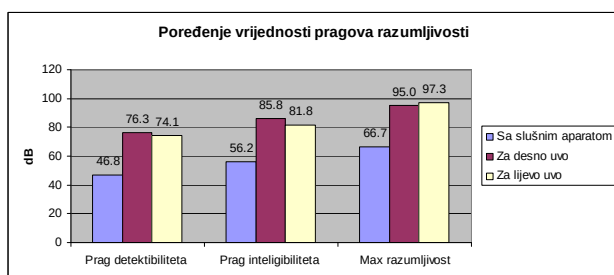


Slika 4. Rezultati tonalne audiometrije za desno uvo



Slika 5. Rezultati tonalne audiometrije za lijevo uvo

Poslije tonalne rađena je govorna audiometrija, po već opisanom principu. Prvo je vršeno mjerenje na desnom i na lijevom uvu bez slušnog aparata, a zatim sa slušnim aparatom (*Madsen Electronics*). Cilj mjerenja je bio da se utvrdi koliku razumljivost govora je postigla grupa testiranih ljudi, odnosno da odredimo njihove pragove razumljivosti sa i bez slušnog aparata. Određen je prag detektabilneta, prag inteligibiliteta i prag maksimalne razumljivosti, koji je i najbitniji. Vrijednosti pragova dobijene govornom audiometrijom su prikazane na sl. 6. Vidi se da je prag maksimalne razumljivosti dosta visok (bez slušnog aparata), od 90 do 100 dB, kako za desno, tako i za lijevo uvo. U grupi od 33 ljudi, njih 18 nije uopšte ostvarilo 100% razumljivost, 18 ljudi na desnom (10 žena i 8 muškaraca) i 18 (9 žena i 9 muškaraca) na lijevom uvu. Sve su ovo teški stepeni slušnog oštećenja, te su i svi pragovi razumljivosti dosta visoki. Npr. prag detektabilneta je takođe izuzetno visok, jer tek negdje oko 75 dB osjećaju akustički nadražaj, ali i dalje imaju 0% razumljivosti.



Slika 6. Rezultati govorne audiometrije

Mjerenje sa slušnim aparatom je donijelo bolje rezultate. Samo jedna žena nije ostvarila 100% razumljivost sa slušnim aparatom, dok su je svi ostali postigli. Vidimo da je prag detektabilneta oko 45 dB, što predstavlja dobit za oko 30 dB u odnosu na mjerenje bez slušnog aparata. Takođe, maksimalna razumljivost u prosjeku se ostvaruje na oko 65 dB, što takođe predstavlja dobit za oko 20 do 30 dB. Na osnovu dobijenih rezultata govorne audiometrije došlo se do zaključka kolika dobit se ostvaruje uz

pomoć slušnih pomagala. Na ispitivanom uzorku od 33 ljudi, ostvarena dobit je od 25 do 35 dB, što predstavlja odličan napredak za ljude sa ovakvim oštećenjem sluha. Ovakva mjerenja pokazuju koliki značaj slušna pomagala predstavljaju za ljude sa slušnim oštećenjima.

5. ZAKLJUČAK

Od naših pet čula, sluh je vjerovatno najvažniji za naš osjećaj povezanosti sa svijetom oko nas. Zvukovi iz našeg okruženja i ljudski govor služe da bi nas povezali sa drugima na način na koji vid sam to ne može. Zvuk obogaćuje naše živote. Oči možemo da zatvorimo, ali naše uši su te koje uvijek rade. U radu je ukratko objašnjeno čulo sluha, njegova građa, fiziologija, kao i način na koji čujemo. Poseban osvrt je bio na ispitivanju sluha, odnosno na tonalnoj i govornoj audiometriji. Cilj rada je bio da se dokaže koliko slušna pomagala pomažu ljudima sa oštećenjem sluha. Iz rezultata opisanih mjerenja može se izvući zaključak da je ostvarena značajna dobit od slušnih pomagala, čak i sa ovako teškim slušnim oštećenjima kakva su mjerena i analizirana u ovom radu. Samim tim, ovakva mjerenja pokazuju koliki značaj slušna pomagala predstavljaju za ljude sa oštećenjima sluha.

6. LITERATURA

- [1] Komazec Z.: Audiološka dijagnostika. Završni rad iz uže specijalizacije. Medicinski fakultet N. Sad 2003.
- [2] Predavanja prof. dr Vlade Delića iz Akustike i audio tehnike na FTN:
<http://www.ktios.net/index.php?option=content&task=view&id=106&Itemid=26>
- [3] Zvanični sajt Bernafona : www.bernafon.com

Kratka biografija:



Branka Čigoja (1986) Gimnaziju u Mrkonjić Gradu završila je 2005. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacioni sistemi odbranila je 2010. god.



Vlado Delić (1964) magistrirao je na ETF u Beogradu, a doktorirao na FTN u N. Sadu 1997. god. Prof. Delić publikovao je preko 170 radova i 10 патената i šire primenjenih tehničkih rešenja iz oblasti obrade govornog signala. Rukovodi nacionalnim projektima razvoja govornih tehnologija i dobitnik je više vrednih priznanja.



Zoran Komazec (1969) Medicinski fakultet na UNS završio 1994, magistrirao 1999, a doktorirao 2004. god. Specijalistički ispit iz otorinolaringologije položio 2000, a supspecijalistički ispit iz audiologije 2003. god. Vanredni profesor od 2010. godine. Predaje na Medicinskom fakultetu u Novom Sadu i Fakultetu za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju Univerziteta u Beogradu. Šef je audiološkog odseka ORL Klinike i Centra za kohlearnu implantaciju KC Vojvodine. Publikovao više desetina radova iz uže oblasti bavljenja – audiologije.

UŠTEDA ELEKTRIČNE ENERGIJE U OSVETLJENJU STADIONA PRIMENOM SOLARNIH PANELA

SAVING ENERGY IN LIGHTING ON STADIUMS USING SOLAR PANELS

Nenad Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadžaj - Diplomski rad sa temom "Ušteda energije u osvetljenju stadiona primenom solarnih panela" ima za cilj prikaz mogućnosti modernizacije i automatizacije stadiona u Srbiji. Pod terminima modernizacija i automatizacija stadiona, u ovom diplomskom radu, se smatra smanjenje zavisnosti sportskih stadiona od elektrodistribucione mreže po pitanju snabdevanja stadiona električnom energijom. Konkretno, ovaj rad se bavi štednjom električne energije za potrebe osvetljenja stadiona, ali ovakav pristup, uz manje izmene se može upotrebiti i za druge vidove potrošnje električne energije na objektima svih namena. Za svrhu uštede energije u radu je upotrebljen celokupni solarni sistem kao i potpuno nov, moderan vid osvetljenja, LED osvetljenje. Ključne probleme, na koje nam ovaj rad daje rešenje, a koje se odnose na uvek najvažnije stavke prilikom ulaganja u solarni sistem, jeste izračunavanje broja potrebnih elemenata solarnog sistema kao i njegova isplativost u različitim godišnjim dobima i upotrebom različitih vrsta potrošača, pomoću programskog paketa Matlab.

Abstract - Graduate work with the theme "Energy saving in lighting stadium using solar panels" aims to show the new possibilities and automation stadium in Serbia. Under the terms new possibilities and automation stadium, in this thesis, is considered to be reducing the dependence of the sports stadium elektrodistribucione network to supply electricity stadium. Specifically, this work is about saving electricity for lighting the stadium, but this approach, with minor changes can be used for other forms of electricity consumption in the objectives all assignment. For the purpose of saving energy is used in the work of entire solar system as well as brand new, modern way of lighting, LED lighting. Key issues on which this work gives us a solution, and related items is always important when investing in the solar system, is calculation of the required elements of the solar system and its effectiveness in different seasons and using different types of consumers, using the software package Matlab.

Ključne reči: solarni paneli, solarne baterije, solarni inventori, LED rasveta, sportski stadioni

1. UVOD

U radu je dat prikaz relativno nove u svetu, a u Srbiji potpuno nove tehnologije, koja će u budućnosti u potpunosti, ili barem velikim delom, smanjiti veliku zavisnost, ne samo sportskih stadiona već i svih ostalih objekata, od elektrodistribucione mreže. Tehnologija o kojoj je reč je upotreba solarnih panela i solarne energije kao alternativnog izvora energije.

Osim o solarnoj energiji, kao jednom od najbitnijih obnovljivih izvora energije i najefikasnijeg načina u uštedi električne energije (koja je u ovom slučaju upotrebljena za osvetljenje stadiona), u radu će biti reči i o novom tipu osvetljenja koji tek treba da doživi ekspanziju na svetskom tržištu, a u skorijoj budućnosti se nadamo i na tržištu u Srbiji jer svojim performansama, koje uključuju takođe i uštedu električne energije, to svakako zaslužuje. U pitanju je naravno LED tip rasvete, čija je upotreba sve češća. Prikazane su takođe i prednosti LED rasvete u odnosu na druge tipove rasvete.

Osnovna problematika kojom se bavio ovaj rad jeste pisanje programa, u programskom paketu Matlab, koji se bavi izračunavanjem potrebnog broja elemenata za realizaciju solarnog sistema, koji će biti ugrađen na stadion, u zavisnosti od unetih ulaznih podataka, koji se odnose na količinu osvetljenosti u Srbiji kao i potrošnju potrošača. Program je napisan tako da izračunava i kolika bi trebala da bude investicija u solarni sistem, njegovu isplativost od prodaje proizvedene energije elektrodistributivnoj mreži, kao i vreme za koje će se solarni sistem sam otplatiti.

U drugom poglavlju je detaljno opisan problem sa kojim ovaj rad bavi.

Treće poglavlje je bilo izdvojeno za prikaz celokupne instrumentacije, koja je bila potrebna za realizaciju diplomskog rada.

Četvrti deo rada opisuje rešenje problema osvetljenja stadiona pomoću solarnih panela. U ovom delu rada su prikazana dva metoda uštede električne energije kod osvetljenja stadiona. U ovom poglavlju je opisan način na koji je pisan kod u programskom paketu Matlab, i tabelarno su date vrednosti koje su dobijene izvršenjem napisanih programa.

U petom poglavlju je dat osvrt na rešenje problema, uz ukazivanje na njegove dobre i loše strane, kao i na moguće pravce daljeg istraživanja.

2. PROBLEM POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE NA STADIONIMA

Generalno gledano, najveći problem stadiona jeste velika potrošnja električne energije, a među najvećim

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Velimir Čongradac.

potrošačima se ubraja naravno osvetljenje stadiona, koje obuhvata glavno i periferno osvetljenje.

Zbog velike potrošnje i velikih troškova koje stadioni imaju od glavnog i perifernog osvetljenja, osnovna ideja ovog rada je bila da se osvetljenje stadiona u Srbiji omogući upotrebom obnovljivih izvora energije, pod kojim se podrazumeva solarna energija. Da bi ovo bilo moguće bilo je potrebno istražiti ukupnu potrošnju koju stadioni imaju samo od osvetljenja. Dobijeni podaci, do kojih se došlo sa stadiona Partizana, nisu bili ni malo ohrabrujući, jer potrošnja samo jedne reflektorske sijalice iznosi 2.2 kW. Kada se sva računica zaključi sa 4 reflektora od po 72 sijalice, dobija se poražavajuća potrošnja od preko 600 kW (preciznije 633.6 kW), i to samo na glavno reflektorsko osvetljenje.[1] Toliku energiju nije moguće, čak ni teorijski, dobiti solarnim putem na ovako ograničenoj površini jer solarni paneli ne mogu proizvesti ni blizu toliku količinu energije na ovoliko malom prostoru, kao što je u slučaju ovog rada sportski stadion "Karadorđe" u Novom Sadu. Ovoliku energiju solarni paneli naravno mogu proizvesti, ali u tom slučaju bi bio potreban mnogo veći prostor od stadiona u Novom Sadu. Sa aspekta isplativosti takvog projekta takođe bismo dobili negativnu računicu. Jedini način da se ovakva zamisao ostvari je bila upotreba potrošača mnogo manjih snaga. Naravno da su istog trenutka počela istraživanja po pitanju potrošača manjih snaga koji će sa istom efikasnošću moći da zamene prvobitne reflektore. Jedini tip osvetljenja koji je sa istom efikasnošću mogao da parira ovakvom vidu osvetljenja, a da pri tome zahteva mnogo manju potrošnju jeste bilo osvetljenje koje predstavlja budućnost u tipovima rasvete. U pitanju je LED rasveta. Međutim, jedini problem ovakve vrste rasvete jeste taj što ona nije u mogućnosti da sa velikih visina proizvede dovoljnu količinu svetlosti, koja će ispuniti sve standarde. U svetu još uvek ne postoji LED rasveta koja bi mogla da odgovori na ovako velike zahteve koji se stavljaju pred nju. Međutim, ohrabrujuće su informacije koje ima PHILIPS, a to je da se trenutno radi istraživanje baš sa ovakvom problematikom, i to samo u Južnoj Africi. Za par godina, LED rasveta će biti neprikoslovena i u ovoj oblasti osvetljenja, tako da se tada i očekuje njena potpuna ekspanzija u svetu, nadamo se i u Srbiji.

Ipak dok se tako nešto ne desi, ovaj rad je preusmeren na periferno osvetljenje stadiona, pod kojim se podrazumeva osvetljenje svih ostalih prostorija na stadionu. Zbog prednosti napredne LED rasvete kao i solarne energije, o kojima će biti više reči u nastavku ovog poglavlja, u radu je prikazan spoj ovih tehnologija koji će u mnogome pomoći u uštedi osvetljenja na stadionima u Srbiji.

Na stadionu "Karadorđe" Novi Sad su prikupljene informacije o rasporedu prostorija stadiona, kao i njihovoj potrošnji električne energije, od koje je izdvojena električna energija upotrebljena samo za osvetljenje tih prostorija. Ove informacije su bile jako korisne jer će nam dočarati koliko je uštedu električne energije moguće ostvariti upotrebom solarne tehnike i LED rasvete [2].

3. OPIS KORIŠĆENIH TEHNOLOGIJA I ALATA

Za potrebe izrade diplomskog rada "Ušteda energije u osvetljenju stadiona", bila je potrebna celokupna oprema za realizaciju fotonaponskog sistema, oprema za merenje

osvetljenosti i broja sunčanih dana u Srbiji, kao i odgovarajuća nova LED rasveta.

3.1 Instrumentacija za merenje osvetljenosti

Pre svega, potrebno je navesti instrumente koji su bili potrebni za merenje osvetljenosti i broja sunčanih dana u Srbiji. Merenjem sunčevog zračenja se bavi posebna grana meteorologije koja se naziva aktinometrija. Za praktično korišćenje energije veoma je bitno trajanje insolacije kao i energije ukupnog i difuznog sunčevog zračenja.

Za merenje različitih vrsta osvetljenosti upotrebljeni su sledeći instrumenti: piranometar, heliograf, pirheliometar, solarimetar i albedometar.

3.2 Instrumentacija fotonaponskog sistema

Fotonaponska instrumentacija koja je bila potrebna za izradu diplomskog rada se sastoji od: solarnih panela tipa SPR215 (SunPower 215), solarnih baterija EVIL16A-A i solarnih invertora tip SI - 428U (Sunny Island 4248U).

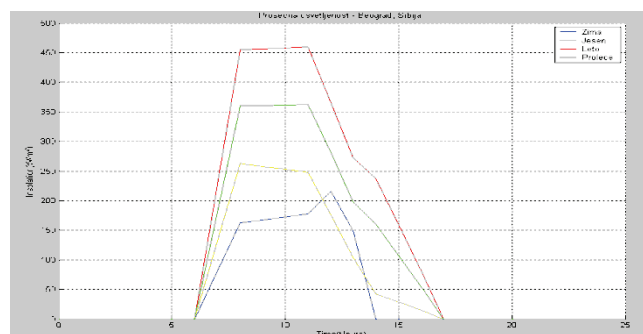
3.3 Instrumentacija sistema rasvete

Kao potrošači energije, koju ostvarujemo pomoću uređaja fotonaponskog sistema sa kojim smo se do sad u ovom radu upoznali, su predviđene sijalice sasvim nove tehnologije osvetljenja. U pitanju je, na početku diplomskog rada već spomenuta, LED rasveta.

4. REALIZACIJA UŠTEDE ENERGIJE U OSVETLJENJU STADIONA

Pre povezivanja solarnog sistema, veoma je važno prvo prikupiti podatke o količini osvetljenosti područja na kojem se želi instalirati solarni sistem. Važnost prikupljanja ovih podataka se ogleda u određivanju mogućnosti instaliranja fotonaponskog sistema, jer u slučaju nedovoljnog broja sunčanih dana, na mestu na kojem je pozicioniran objekat koji se želi prekriti solarnim panelima, besmisleno i neisplativo je koristiti solarni sistem.

U nastavku, na slici 1, prikazan je dijagram osvetljenosti za Srbiju [3].



Slika 1. Osvetljenost u Srbiji

Podaci pribavljeni za realizaciju dijagrama na slici 1 su podaci koji se odnose na prosečnu osvetljenost za svaki sat u svakom mesecu u 2010 godini. Analiziranjem ovog dijagrama možemo zaključiti da je najjača osvetljenost oko 12 časova. Ovaj podatak nam je od velike važnosti, jer na osnovu podatka o vremenu kad se postiže najveća osvetljenost saznajemo da u to vreme solarni panel može da ostvari maksimalnu proizvodnju električne energije. Takođe se važnost ovog podatka ogleda i u tome pod koji ćemo uglom postaviti solarni panel. Konkretno, posmatrajući ovaj dijagram, dolazimo još do zaključka da,

s obzirom da je maksimalna osvetljenost oko 12 časova, solarni paneli će biti postavljeni pod uglom od 45° okrenuti prema jugu – istoku.

Diplomski rad je realizovan fotonaponskim sistemom povezanim sa elektrodistribucijom. Razlog zašto je baš ovaj tip fotonaponskog sistema odabran je veoma jednostavan, a to je ostvarivanje profita od prodaje uštede električne energije elektrodistribucionoj mreži. Na ovaj način se ceo sistem takoreći sam otplati za određeni broj godina. U nastavku će biti reči upravo o isplativosti ovih tipova solarnih sistema. Sledi opis dve metode uštede energije prilikom osvetljenja stadiona, koje se razlikuju po vremenu potrebnom za otplaćivanje pomenutog tipa solarnog sistema.

4.1 Prvi metod uštede električne energije

Metod uštede električne energije u osvetljenju prostorija stadiona koji je prvi opisan odnosi se na korišćenje solarnog sistema i upotrebu tako dobijene sunčeve energije na osvetljenje koje se trenutno koristi u prostorijama stadiona. Za proračun isplativosti i pisanje programa bili su potrebni podaci o potrošnji električne energije prostorija koje će koristiti solarnu energiju, podaci o trenutnoj ceni koštanja električne energije kao i podaci o cenama koštanja svih elemenata solarnog sistema. Podaci koji su prikupljeni o potrošnji električne energije su podaci o potrošnji prostorija objekta stadion “Karadorđe” u Novom Sadu. Bitno je takođe i napomenuti da prostorije stadiona “Karadorđe” u Novom Sadu nemaju mogućnost veštačkog osvetljavanja prostora, pa je iz tog razloga ista potrošnja potrošača i leti i zimi. Te podatke je moguće zapaziti u prvoj koloni u tabelama 1 i 2, kao i u prvoj koloni u tabelama 5 i 6.

Program koji je napisan u programskom paketu Matlab odnosi se na mesečnu kao i nedeljnu potrošnju električne energije u osvetljenju prostorija stadiona, potrošnju električne energije bez upotrebe solarnih panela, ali takođe se odnosi i na mesečnu i nedeljnu uštedu električne energije koja je postignuta primenom fotonaponskog sistema. Na slici 1, koja se odnosi na osvetljenost u Srbiji, se može primetiti da su maksimalna i minimalna osvetljenost u leto odnosno zimu, pa je iz tog razloga program napisan za potrošnju električne energije za ta dva godišnja doba. Naredne tabele prikazuju vrednosti koji su dobijeni kao rezultat navedenih programa (tabela 1 i tabela 2).

Potrošnja rasvete u objektu [kWh]	Nedeljna potrošnja zimi [kWh]	Nedeljna štednja zimi [kWh]	Mesečna potrošnja zimi [kWh]	Mesečna štednja zimi [kWh]
306	11995	12712	51408	54480

Tabela 1 - Potrošnja i proizvodnja energije zimi prvom metodom

Potrošnja rasvete u objektu [kWh]	Nedeljna potrošnja leti [kWh]	Nedeljna štednja leti [kWh]	Mesečna potrošnja leti [kWh]	Mesečna štednja leti [kWh]
306	10455	11704	44808	50160

Tabela 2 - Potrošnja i proizvodnja energije leti prvom metodom

Na kraju ove metode uštede nam ostaje još jedna bitna procena, a ona se odnosi na često najvažnije pitanje u Srbiji, a to je da li je instaliranje solarnog sistema na stadion “Karadorđe” u Novom Sadu isplativo i ako jeste na koji način je moguće ostvariti neki profit od navedenog sistema. Ovom problematikom se bavi program koji računa višak električne energije ostvarene zimi i leti, profit od uštede električne energije na godišnjem nivou, broj potrebnih solarnih panela, baterija i invertora, cenu koštanja celokupnog solarnog sistema kao i broj godina za koji će se, ulaganjem u jedan ovakav sistem, sve isplatiti. Vrednosti koje su dobijene pokretanjem ovog programa su prikazane u tabelama 3 i 4.

Višak mesečne energije zimi [kWh]	Višak mesečne energije leti [kWh]	Ukupan broj potrebnih solarnih panela	Ukupan broj potrebnih solarnih baterija
3072	5352	129	106

Tabela 3 – Isplativost solarnog sistema za prvi metod

Ukupan broj potrebnih solarnih invertora	Ukupna cena solarnog sistema [€]	Godišnja novčana ušteda [€]	Broj godina potrebnih za otplatu solarnog sistema
43	425.771	30.499	14

Tabela 4 – Isplativost solarnog sistema za prvi metod

Analizom poslednje dve tabele dolazimo do krajnjeg zaključka da je ugradnja solarnog sistema na stadion u Novom Sadu, i sa aspekta prirodnih uslova i sa aspekta isplativosti, u potpunosti moguća. Podatak iz ovih tabela o isplativosti da je za otplatu solarnog sistema potrebno 14 godina je sasvim realan, ali i profitabilan ako se zna podatak da je životni vek solarnog sistema između 20 i 25 godina, nakon čega su potrebne popravke istog solarnog sistema.

4.2 Drugi metod uštede električne energije

Ovaj drugi metod uštede električne energije nam pokazuje da je otplaćivanje ovog solarnog sistema moguće i u kraćem vremenskom periodu. Sve što je potrebno da bi do ove veće uštede došlo potrebno je uložiti u novu vrstu rasvete. Ovaj metod je posvećen vezi solarnog sistema i LED rasvete. Naime, podaci koji su bili potrebni za realizaciju ovakvog metoda uštede su identični kao i u prethodnom slučaju, jedina razlika je što osim svih već navedenih podataka u ovom slučaju su nam bili potrebni i podaci o cenama odgovarajućih elemenata LED rasvete kao i njihove specifikacije.

Programi koji će nam prikazati ovaj drugi metod uštede električne energije u osvetljenju prostorija stadiona su identični kao programi nabrojani u prethodnoj metodi, ali sa veoma bitnom razlikom, a to su ulazni podaci o potrošnji električne energije. Naredne tabele prikazuju rezultate programa o potrošnji električne energije za dva godišnja doba kada je osvetljenost maksimalna i minimalna, u leto odnosno zimu (tabele 5 i 6).

Potrošnja rasvete u objektu [kWh]	Nedeljna potrošnja zimi [kWh]	Nedeljna štednja zimi [kWh]	Mesečna potrošnja zimi [kWh]	Mesečna štednja zimi [kWh]
56.76	1755.3	2946.9	7522.8	12629

Tabela 5 - Potrošnja i proizvodnja energije zimi drugom metodom

Potrošnja rasvete u objektu [kWh]	Nedeljna potrošnja leti [kWh]	Nedeljna štednja leti [kWh]	Mesečna potrošnja leti [kWh]	Mesečna štednja leti [kWh]
56.76	1420.4	3159.1	6087.6	13539

Tabela 6 - Potrošnja i proizvodnja energije leti drugom metodom

Analizirajući poslednje dve tabele upečatljiva nam je prva kolona u obe metode uštede električne energije u osvetljenju. Ako uporedimo prvu kolonu iz tabele u prvoj metodi i u ovoj drugoj metodi uštede električne energije, vidimo da je upotrebom LED sistema rasvete, ušteda vidna i pre povezivanja solarnog sistema. Naravno da je, da bi se došlo do takve vrste uštede, potrebno osim u solarni sistem, dodatne pare uložiti i u novu vrstu osvetljenja, u LED rasvetu. Tom računicom se bave naredne dve tabele, u kojima su sad već drugačiji rezultati u odnosu na prethodni metod uštede električne energije (tabele 7 i 8).

Višak mesečne energije zimi [kWh]	Višak mesečne energije leti [kWh]	Ukupan broj potrebnih solarnih panela	Ukupan broj potrebnih solarnih baterija
7451	5106	59	2

Tabela 7 – Isplativost solarnog sistema za drugi metod

Ukupan broj potrebnih solarnih invertora	Ukupna cena sistema sa LED rasvetom [€]	Godišnja novčana ušteda [€]	Broj godina potrebnih za otplatu solarnog sistema
1	75.330	7.630	10

Tabela 8 - Isplativost solarnog sistema za drugi metod

Kao što se i očekivalo, ovaj drugi metod uštede električne energije u osvetljenju prostorija stadiona je mnogo efikasniji. Razlog tome je naravno upotreba potrošača mnogo manje potrošnje, a pri čemu se dobija ista efikasnost pri osvetljenju objekta. Naravno da bi bilo potrebno osim u solarni sistem uložiti i u naprednu, za sada još uvek skupu, LED rasvetu ali kao što se može primetiti samim investiranjem u bolji vid rasvete, automatski smanjujemo potreban broj elemenata solarnog sistema, kao i cenu koštanja celokupnog sistema u koji je uračunata i LED rasveta.

5. ZAKLJUČAK

Ovaj rad ne samo da ukazuje na značaj i korisnost primene solarnog sistema i LED tipa rasvete, već predstavlja pokušaj da se izazove interesovanje domaće javnosti za uvođenje solarnih sistema i LED rasvete u domaću praksu projektovanja i izgradnje objekata.

U radu smo videli da solarni sistemi i LED rasveta u direktnoj vezi omogućuju veoma veliku uštedu električne energije u osvetljenju objekata, a ako uzmemo u obzir da je rasveta jedan od najvećih potrošača električne energije nekog objekta, to samo uvećava značaj ovakvih tehnika proizvodnje i potrošnje električne energije. Osim uštede energije, ove tehnike osvetljenja i proizvodnje električne energije veoma su bitne i sa aspekta smanjenja zagađenja životne sredine. Ni jedan proizvod nije savršen, pa tako ni solarni sistem ni LED rasveta. Naime, nedostatak solarnih sistema je njihova, još uvek, visoka cena. Mana LED rasvete, osim njihove takođe visoke cene, jeste i nemogućnost osvetljenja sa velikih visina, jer im se tada efikasnost značajno smanjuje.

Na samom kraju da zaključimo da pored ovih nedostataka koje imaju, kombinacija solarnih panela i LED rasvete ima svetlu budućnost, naročito ako se uzme u obzir da nastupa doba kada se u svetu sve više ulaže u zaštitu životne sredine, tako da će u bliskoj budućnosti solarni paneli i LED rasveta doživeti potpunu ekspanziju ne samo na stadionima nego i u svim oblastima čovekovog života.

6. LITERATURA

- [1] Informacije od stručnih lica zaduženih za održavanje stadiona "Stadion JNA", Beograd
- [2] Informacije od stručnih lica zaduženih za održavanje stadiona "Karađorđe", Novi Sad
- [3] http://www.solmetric.com/Samples/Solmetric_Demo_Report/Solmetric_Report.htm
- [4] Vesna Kosorić, "Primena aktivnih solarnih sistema u moderizaciji omotača energetski efikasnih zgrada", Beograd, 2005.
- [5] Jasmina M. Radosavljević, Tomislav M. Pavlović, Mirolsav M. Lambić "Solarna energetika i održivi razvoj"
- [6] Uroš Jeremić, "Fotonaponsko pretvaranje energije", Kosovska Mitrovica, 2007.
- [7] Paul Edward Posedly, "Modeling and Analysis of Photovoltaic Generation and Storage Systems for Residential Use", University of Cincinnati, 2006.
- [8] Ivan Trajković, "Katalog najnovijih rasvetnih tela u LED tehnici, tehničke pretpostavke primene i mogućnosti", 2008

Kratka biografija:



Nenad Jovanović je rođen 30. oktobra 1986 godine u Beogradu. Završio je srednju tehničku školu "Milenko Brzak – Uča" 2005. godine u Rumi. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisao 2005. godine. Ispunio je sve obaveze i položio je sve ispite predviđene studijskim programom prosečnom ocenom 7.39. Master studije je upisao 2009. godine, na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.

PROJEKAT KONSTRUKCIJE ČELIČNE HALE U SRBOBRANU

PROJECT OF THE STEEL HALL IN SRBOBRAN

Siniša Mitrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu su prikazani tehnički opis, analiza opterećenja i dio proračuna glavnog rama konstrukcije kao ključni dijelovi projekta jedne čelične hale. Takođe je obrađena tema protivpožarne zaštite čeličnih konstrukcija.

Abstract – In this paper are shown the parts of the technical descriptions, load analysis and the construction calculations for the part of a main frame of the construction, as a key parts of any steel hall. Also, here is described the anti-fire protection of the steel construction.

Ključne reči: Zbornik FTN, čelična konstrukcija, protivpožarna zaštita

1. TEHNIČKI OPIS

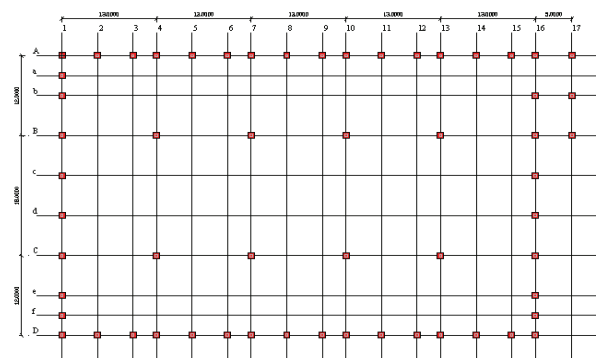
1.1. Čelična konstrukcija hale

Čelična konstrukcija hale je prostorna trobrodna čelična konstrukcija, oslonjena na AB temeljnu konstrukciju.

Krov je dvovodni sa nagibom od 4°. Za krovni pokrivač izabran je termo panel od mineralne vune d=10.00 cm. Rožnjače su statičkog sistema kontinualne grede, raspona 13m, koje prate visinu glavnog nosača, čime se njihova visina mijenja na svakih 3m, koliko je i njihovo međusobno rastojanje.

Rožnjače hale se u sredini raspona prihvataju zategama. Rožnjače su rešetkaste, kutijastih profila HOP □ 100x100x5, kao i njihova ispuna, koja je HOP □ 120x100x5.

Glavnu noseću konstrukciju hale čine rešetkasti ramovi koji su formirani od jednog trapezastog nosača dužine 42m, oslonjen na čelične stubove. Za gornji pojas rešetke usvojeni su HOP □ 160x160x6.3, donji pojas HOP □ 160x160x6.3, dok su štapovi ispune HOP □ 120x100x5.



Slika 1. Glavne ose, raspored oslonaca

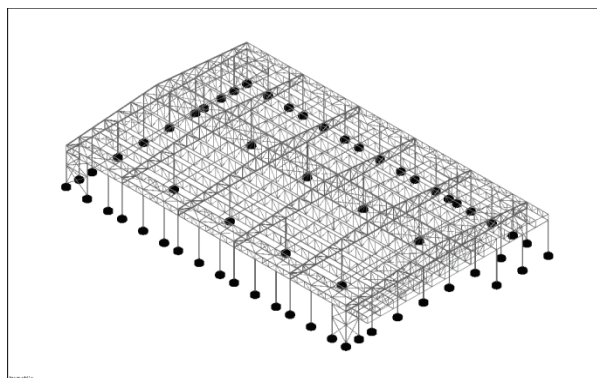
NAPOMENA:

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

Za stubove u osama A i D je usvojen profil HOP □ 160x100x6.5. a za stubove u osi B4,C4,B13,C13 je usvojen profil HOP □ 200x100x6.5, a u osama B7,C7,B10,C10 profil HOP □ 200x200x6.3. Stubovi su preko ankera uklješteni u AB temeljnu konstrukciju.

Ram u osi 16 je kalkanski ram hale. Formiran je od kalkanskih stubova na međusobnom rastojanju 3.00 i 6.00m. Stubovi su preko ankera uklješteni u AB konstrukciju temelja, a na vrhu se oslanjaju na poprečni krovni spreg. Za kalkanske stubove je usvojen profil HOP □ 160x100x6.5.

Fasada od termo panela sa ispunom od mineralne vune debljine d=10.0 cm se postavlja na fasadne i glavne stubove.



Slika 2. Izometrijski prikaz modela konstrukcije

U krovnim ravnima su predviđeni spregovi. Poprečni krovni spregovi formirani su u poljima 1-2 i 15-16. Za dijagonale sprega su usvojeni profili HOP L 80x80x5.

Podužni spregovi u krovnim ravnima, za podužno ukrucenje krovnih ravni i objekta kao celine, su predviđeni po obodima broda. Formiraju se između venčanica i prve rožnjače. Za dijagonale sprega je usvojen profil HOP L 80x80x4.

Poprečni krovni spregovi utiče prenose na AB temeljnu konstrukciju preko vertikalnih spregova u podužnim zidovima. Za dijagonale sprega je usvojen profil HOP L 80x80x5. Vertikalni spregovi podužnih ramova prate položaj poprečnih spregova krova. U osi 17 je projektovana nadstrešnica, od ose B do ose D. Nadstrešnica je formirana od rigli HOP □ 60x60x4, 50x50x4, 70x70x4, vertikalna HOP □ 60x60x4. U osi 17 su projektovani glavni stubovi HOP □ 160x100x6.5 i HOP □ 130x130x5

1.2. Temeljna konstrukcija

Diplomskim zadatkom je definisana nosivost tla i ona iznosi 200.00 kN/m² na dubini -1.50 m.

Projektovano je fundiranje objekta na temeljima samcima. Temelji samci su projektovani sa temeljnim stopama dimenzija 1.40x1.70x0.60 m u preseku osa B-4, B-7, B-10, B-13, C-4, C-7, C-10, C13; dimenzija 1.00x1.20x0.60 m u preseku osa A-4, A-7, A-10, A-13, D-4, D-7, D-10', D-13, dimenzija 1.40x1.70x0.60 m u preseku osa C-1, c-1, d-1, B-1, e-1, f-1, d-1; dimenzija 1.00x1.20x0.60 m u preseku osa b-16, B-16, c-16, d-16, C-16, e-16; dimenzija 2.60x2.60x0.80 m u preseku osa A-1, A-2, A-15, A-16, D-1, D-2, D-15, a-1; dimenzija 3.20x3.20x0.80 m u preseku osa D-16, f-16. Svi temelji samci imaju vrat poprečnog preseka 60x60 cm. Dubina fundiranja temelja samaca je na -1.50 m od kote terena. Temelji samci u osama A i D, 1, 16 i 17 su međusobno povezani temeljnim gredama dimenzija 30x80 cm.

Ispod temeljnih stopa se izvodi tampon sloj od šljunka debljine d=20.00 cm i sloj mršavog betona debljine d=10.00 cm.

Podna konstrukcija hale je projektovana kao armirano-betonska plivajuća ploča debljine d=20.00cm. Posle širokog iskopa potrebno je tlo nabiti i preko njega nasuti šljunčani tampon debljine d=20.00 cm koji se takođe zbija. Na tamponu se lije sloj mršavog betona d=10.00 cm, kao podloga hidroizolacije. Nakon toga se postavlja hidroizolacija pa još jedan sloj mršavog betona debljine d=5.00 cm.

Za sve betonske elemente se koristi beton MB 30. AB elementi se armiraju sa armaturom GA 240/360, RA 400/500 i MA 500/560.

2. ANALIZA OPTEREĆENJA

2.1. Stalna opterećenja

Težina panela od mineralne vune, d=10 cm....0.23 kN/m²
Sopstvena težina nosećih elemenata konstrukcije se automatski sračunava u programu za analizu konstrukcija.

2.2. Sneg

Osnovno opterećenje snegom.....1.00 kN/m²

2.3. Vetar

Lokacija: Srbobran

Vrsta objekta: Čelična hala

Referentna visina za krov: h = 7.80 m

Nagib krovnih ravni: $\alpha = 4^\circ$ - dvovodni krov

Podaci o vetru i terenu:

Osnovna brzina vetra: $v_{m,50,10} = 23$ m/s

Teren: Otvoreni ravni tereni (klasa hrapavosti B)

Gustina vazduha: $\rho = 1.215$ kg/m³

Vreme osrednjavanja brzine: $t = 1h = 3600$ s

Povratni period projektne brzine: $T = 50$ g

Proračun opterećenja vetrom:

Faktor vremenskog osrednjavanja: $k_t = 1$

Faktor povratnog perioda: $k_T = 1$

Projektna osnovna brzina vetra: $v_{m,T,10} = k_t \cdot k_T \cdot v_{m,50,10} = 1.0 \cdot 1.0 \cdot 23.0 = 23.0$ m/s

Osnovni pritisak vetra: $q_{m,T,10} = \frac{1}{2} \rho \cdot (v_{m,T,10})^2 \cdot 10^{-3} = 0.321$ kN/m²

Faktor topografije terena: $S_z = 1.0$

Faktor ekspozicije: $K_z^2 = 1.0$

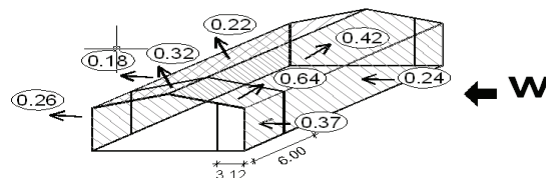
Osrednjeni aerodinamički pritisak vetra: $q_{m,T,z} = q_{m,T,10} \cdot S_z^2 \cdot K_z^2 = 0.321$ kN/m²

Proračun dinamičkog koeficijenta:

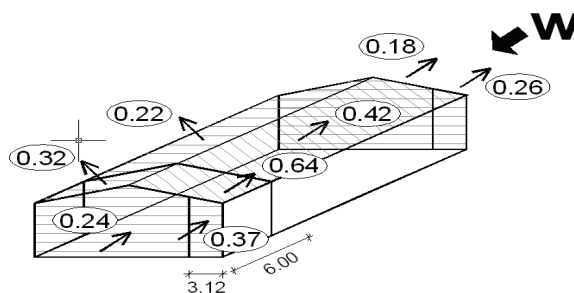
Dinamički koeficijent: $G_z = 2.0$ (za temelj $G_z = 1.4$)

Proračun pritiska od vetra (JUS U.C7.112):

Objekat spada u kategoriju malih krutih zgrada ($h < 15.0$ m, $b \geq 2h$).



Slika 3. Vetar upravan na sleme



Slika 4. Vetar paralelan sa slemenom

2.4. Seizmičko opterećenje

Uticaji od seizmičkog opterećenja su dobijeni upotrebom metode *Ekvivalentnog statičkog opterećenja* u svemu prema Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima.

Prilikom proračuna su uzeti sledeći parametri:

- zona seizmičnosti po MSC skali: VIII
- kategorija tla: III
- vrsta konstrukcije: savremene AB i čelične konstrukcije
- kategorija objekta: II

3. GLAVNI POPREČNI RAM (OSA 1,4,7,10,13,16)

Glavni poprečni ramovi se sastoje od glavnih krovnih rešetkastih nosača i stubova.

Rešetkasti nosač se sastoji od sledećih elemenata:

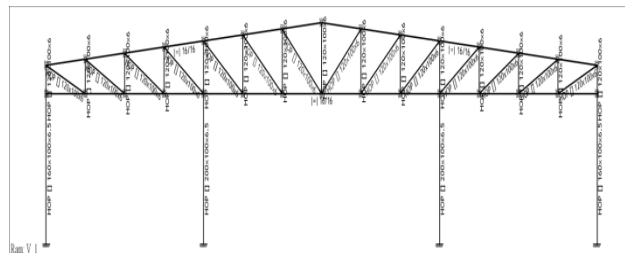
gornji pojas HOP □ 160x160x6.3

donji pojas HOP □ 160x160x6.3

ispuna HOP □ 120x100x5

Stubovi su projektovani kao HOP □ 160x100x6.5, zatim HOP □ 130x130x5, te HOP □ 160x100x6.5, te kao HOP □ 200x100x5, i kao HOP □ 200x200x6.3.

Na slici 5. je prikazan glavni poprečni ram, koji se nalazi u osama 4 i 13. Stubovi se nalaze na međusobnom rastojanju od 21.00 m.



Slika 5. Glavni poprečni ram

4. PROTIVPOŽARNA ZAŠTITA ČELIČNIH KONSTRUKCIJA

Najčešće korišćeni sistemi za postizanje zaštite od požara obuhvataju upotrebu:

Nezaštićenih (izloženih) čeličnih elemenata velike masivnosti ili izražene otpornosti, čeličnih profila integrisanih u tavanice ili zidove objekta, izolacije, spregnutih elemenata od čelika i betona i sistema hlađenja vodom.

Izbor sistema zaštite od požara zavisi, prije svega, od tipa objekta i konstruktivnog sistema.

4.1. Nezaštićeni čelik

Sa porastom temperature dolazi do promjene mehaničkih svojstava čelika. Za računске svrhe, definisana je temperatura od 1200 °C za koju se uzima da odgovara efektivnoj granici razvlačenja koja je jednaka nuli. U stvarnosti, granica razvlačenja ne pada do nule sve do temperature topljenja čelika (1500 °C), a takva temperatura se ne javlja prilikom požara.

Požarna otpornost čeličnog elementa zavisi od njegovog faktora preseka. Element sa nižim odnosom A/V će se zagrijavati sporije od elementa sa većom vrijednošću ovog faktora, pa će zahtijevati manje izolacije za postizanje iste požarne otpornosti. Teški profili imaju tako niske odnose A/V da do loma ne dolazi u okviru ½ h u uslovima standardnog testa, čak i kada su nezaštićeni. Stubovi koji se zagrijevaju na sve četiri strane i koji imaju $A/V < 50 \text{ m}^{-1}$, mogu se koristiti bez dodatne izolacije za klasu požarne otpornosti ½ h. Grede koje se zagrijevaju na tri strane, mogu se koristiti nezaštićene za klasu ½ h kada je njihov faktor preseka $A/V < 110 \text{ m}^{-1}$.

4.2. Izolacija

Izolacija čeličnih elemenata je trenutno najčešće korišćeni način zaštite od požara. Kada konstrukcioni čelični elementi treba da zadovolje stroge zahtjeve požarne otpornosti, mogu se zaštititi slojem izolacionog materijala, tako da čelik nije direktno izložen požaru. Takav materijal treba da ima visok izolacioni kapacitet, poželjno je da bude nezapaljiv i da ostane neporemećen tokom normalne eksploatacije, a prije svega, tokom cijelog perioda zagrijavanja.

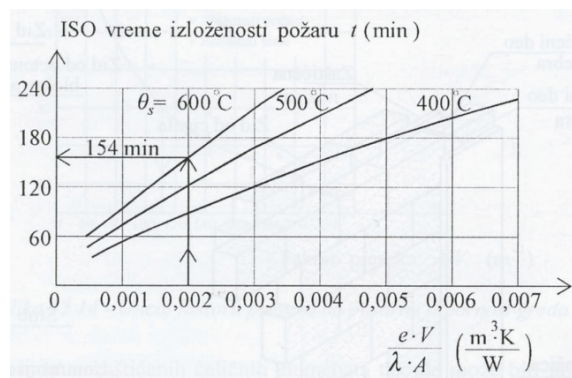
Materijal za izolaciju od požara treba da ima sledeća svojstva:

- da ne proizvodi dim i toksične gasove na povišenim temperaturama,
- dokazane izolacione karakteristike, nisku toplotnu provodljivost i toplotni kapacitet,
- otpornost na atmosferske uticaje,
- odgovarajuću mehaničku otpornost kako na sobnoj, tako i na povišenim temperaturama
- otpornost na udar i
- mogućnost dobrog vezivanja ili prijanjanja za čelični element

Pored ovih zahtjevanih svojstava, poželjno je da takav proizvod ima i sledeće kvalitete: ekonomičan materijal i nisku cijenu, kao i adekvatnu površinu, čime se eliminiše potreba za dodatnom završnom obradom.

Razvoj temperature čelika kod zaštićenih čeličnih profila, osim od faktora preseka, zavisi i od termičke provodljivosti λ i debljine izolacionog materijala e . Na slici 6. prikazana je zavisnost vremena t potrebnog za

dostizanje različitih temperatura od ovih faktora i faktora presjeka.



Slika 6. Zavisnost vremena t potrebnog za dostizanje određene temperature od faktora $eV/\lambda A$

Materijali za izolaciju od požara se mogu podeliti na: izolacione table, sprej-obloge, protivpožarne premaze, spuštene plafone, zidne panele i štitove od toplotnog zračenja.

Izolacione table mogu biti od mineralnih vlakana, gipsa, lakih agregata kao što su perlit i vermikulit i silikatnih vlakana. Izolacione table se fiksiraju za čelične elemente lepljenjem, spojnica ili šrafova. Cijena im je prilično visoka, s obzirom na potreban rad za njihovo pričvršćivanje.

Sprej obloge predstavljaju malter na bazi mineralnih vlakana, gipsa ili lakih agregata. Njihovo nanošenje je brzo i pogodno prekrivanje kompleksnih oblika i spojeva. Nanoše se u vlažnom stanju, što može predstavljati problem u zimskom periodu. Nanošenje sloja se može vršiti direktno na površinu čelika, ili na metalnu mrežu fiksiranu za čelik. Cijena im je i do 50% niža u odnosu na izolacione table.

Protivpožarni premazi predstavljaju supstance slične bojama koje se nanose u tankom sloju, debljine od oko 1 mm, pa su pogodni za zaštitu vidljivih i istaknutih elemenata od čelika. Na nižim temperaturama su inertni, ali sadrže komponentu koja na temperaturama od oko 150-300 °C oslobađa gas. Ovaj gas naduvava premaz u debelu karbonsku pjenu, debljine i do nekoliko centimetara, koja obezbjeđuje toplotnu izolaciju čelika koji se ispod nje nalazi.

Osnovni premaz ovog sistema zaštite se nanosi preko premaza za pripremu površine koji obezbjeđuje dobru adheziju osnovnog premaza za čelik, kao i antikorozivnu zaštitu čelika. Preko osnovnog premaza nanosi se pokrivni premaz koji štiti sistem od vlage tokom eksploatacionog vijeka konstrukcije.

Protivpožarni tanki premazi, debljine do 5 mm, na bazi rastvarača ili vode, obezbjeđuju požarnu otpornost od 30 min i više, mada se najčešće primenjuju za vatrootpornosti do 60 min. Primjena većine ovakvih premaza ograničena je na unutrašnje elemente.

Protivpožarni debeli premazi, debljine od 3 do 5 mm, na bazi epoksidnih smola, prevashodno se koriste kod hidrokarbonskih požara (sa hidrokarbonskim tipom goriva), sa mnogo oštrijim režimom zagrevanja. Primenu nalaze i u uslovima povećane vlažnosti (kod bazena), s obzirom da su vodootporni. Obezbeđuju požarnu otpornost do 2h. Mana im je velika debljina i visoka cena.

Primena ovog sistema zaštite, s obzirom da se može u potpunosti nanijeti u radionici, omogućava znatne uštede u vremenu izgradnje objekta.

Spušteni plafoni i zidni paneli služe kao štit i izolacija za grede, tavanice i stubove od ekstenzivnog zagrijavanja. Istovremeno obezbjeđenje sigurnosti protiv požara i drugih funkcija, kao što su toplotna, zvučna izolacija i estetska funkcija, rezultuje znatnim smanjenjem troškova i predstavlja prednost primjene ovakvih elemenata.

Štitovi od toplotnog zračenja mogu biti tanki čelični paneli i betonski štitovi koji se primjenjuju za zaštitu spoljnih elemenata konstrukcija. Svoju zaštitnu funkciju ostvaruju na taj način što smanjuju izloženost ovih elemenata zagrijavanju iz unutrašnjosti objekta zahvaćenog požarom.

5. ZAKLJUČAK

Projekat konstrukcije čelične hale je vrlo kompleksan i ozbiljan posao koji zahteva primjenu i poštovanje svih važećih propisa i standarda, čime se obezbjeđuje sigurnost ljudi i opreme unutar hale. Požari su u prošlosti bili uzročnici velikih tragedija i havarija, pa se pri projektovanju čeličnih objekata posebna pažnja mora obratiti na protivpožarnu zaštitu čeličnih konstrukcija.

6. LITERATURA

- [1] D. Buđevac, Z. Marković, D. Bogavac, D. Tošić; “Metalne konstrukcije-specijalna poglavlja i tehnologija izrade”, 1999.
- [2] D. Buđevac, B. Zarić, B. Stipanić; “Čelične konstrukcije u građevinarstvu”, 2004.
- [3] J. Sklena, N. Vujadinović; “Proračun temelja”, 1998.

Kratka biografija:



Siniša Mitrović rođen je u Bijeljini 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Metalne konstrukcije odbranio je 2010.god.

PROCENA STANJA I SANACIJA DELA INDUSTRIJSKE TERMoeLEKTRANE “VISKOZA” U LOZNICI

ASSESSMENT AND STRUCTURAL REHABILITATION OF A PART OF THE INDUSTRIAL THERMAL POWER PLANT “VISKOZA” IN LOZNICA

Marija Jovanović, Mirjana Malešev, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada data je procena stanja i projekat revitalizacije armiranobetonske noseće konstrukcije industrijske termo elektrane. U prvom delu date su osnovne podele industrijskih podova, uzimajući u obzir sve aspekte koji utiču na izbor kvaliteta odabrane podloge. U drugom delu rada prikazani su defekti i oštećenja koji su registrovani tokom detaljnog vizuelnog pregleda noseće konstrukcije objekta termoelektrane i njihova analiza. Na osnovu analize uočenih oštećenja i kontrolnog proračuna data je ocena stanja konstrukcije i predlog sanacionih mera.

Abstract – This graduate work contains the assessment and revitalization project of RC structures of the industrial thermal power plant. The first part describes basic classification of industrial floors, taking into account all aspects affecting the choice of the quality of selected substrates. In the second part of this paper defects and damages that have been registered during the detailed visual survey of structure and their analyze are described. On the basis of the results of control design and survey, the assessment of the structures and structural rehabilitation solutions are given.

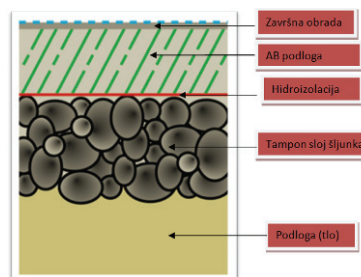
Ključne reči: termo elektrana, beton, oštećenja, sanacija

1. UVOD I TEORIJSKI DEO

U okviru teorijskog dela date su osnovne podele za primenu industrijskih podova. Dat je prikaz postojećih materijala, njihova podela, spravljanje, ugradnja i negovanje. Takođe je dato objašnjenje za njihovu upotrebu prilikom sanacija postojećih podnih konstrukcija u industrijskim objektima. Podovi i podne obloge, po prirodi svog položaja, su površine u objektima koje treba da izdrže najviše nepovoljnih uticaja. Projektovanje poda je delikatan i zahtevan posao. Jedno od bitnih kriterijuma i zasigurno prvo pitanje pri odabiru podne obloge jeste vek trajanja poda. Sledeći bitan kriterijum, koji najčešće postavljaju investitori, jeste rok završetka radova, koji treba da je što kraći i predstavlja glavnu stavku kod investitora, bez obzira da li je upitanju novogradnja, adaptacija ili manji zahtevi na konstrukciji. Izbor podloge i njenih bitnih karakteristika zavisi od mesta njihove primene. Na slici 1 prikazani su osnovni slojevi jednog industrijskog poda.

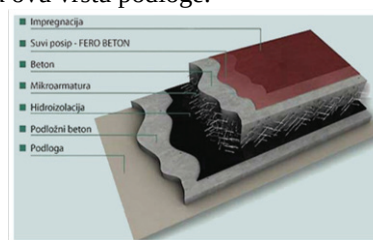
NAPOMENA:

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



Slika 1. Prikaz slojeva industrijskog poda

Danas postoji veliki broj različitih proizvoda koji služe za pospešivanje kvaliteta i nekih karakteristika industrijskih podova u zavisnosti od mesta njihove primene. Karakteristični podovi koji se koriste u industriji su: ferobeton, epoksidni podovi i poliuretanski podovi. Ferobeton je oplemenjeni podni materijal, proizveden kao suva mešavina kvarcnog peska, portland cementa, aditiva i pigmenta. Ovaj beton je visokootporni materijal za finalizaciju industrijskih podova i drugih poslovnih podnih površina za koje se zahtevaju teža opterećenja i glatke površine. Betonske podloge oplemenjene ferobetonom poseduju i druge kvalitetne osobine: vodootpornost, otpornost na habanje, produžen vek trajanja betonske podne površine i lako održavanje. Najčešće se ugrađuje u sivu boju. Na slici 2 prikazani su slojevi koji sačinjavaju ovu vrstu podloge.



Slika 2. Prikaz slojeva podne obloge od ferobetona

Epoksidni podovi predstavljaju vrstu poda za koje je karakteristična visoka čvrstoća na pritisak i otpornost na habanje. Sa aspekta hemijske otpornosti, epoksidni podovi su otporniji na dejstvo alkalija u odnosu na dejstvo kiselina. Termostabilni su, međutim kada su izloženi UV-zračenju menjaju boju. Mogu da izdrže temperature od -40°C do +80°C. Slaba tačka ovih podova je što su kruti, tako da prilikom nekog udara (npr. ispuštanja teškog alata) može doći do njihovog oštećenja.

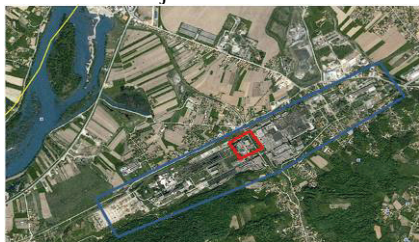
Poliuretanski podovi, za razliku od epoksidnih podova, su elastičniji i fleksibilni, otporniji su na kiseline a manje na bazne medije, imaju kraće vreme ugradnje, UV su

otporni, a znatno su otporniji na temperaturne šokove u temperaturnom intervalu od -40°C do $+120^{\circ}\text{C}$.

2. PROCENA STANJA AB KONSTRUKCIJE

2.1. Opis objekta

Fabrika "Viskoza" locirana je u neposrednoj blizini Loznice, a na strani ka Banji Koviljači, na površini između državne pruge Šabac – Zvornik i brdovitog terena na desnoj strani reke Trbušnice. Predmet ovog diplomskog rada bio je objekat kotlarnice sa prostorijom za jonizaciju vode u sklopu termoelektrane. U okviru cele fabrike ovaj objekat je lociran u zoni zokruženoj manjim kvadratom na slici 3. Neto površina termoelektrane je cca. 15000 m^2 , a dimenzije u osnovi su $92 \times 52\text{ m}$. Objekat je promenljive visine sa najvišim delom visine 38m.



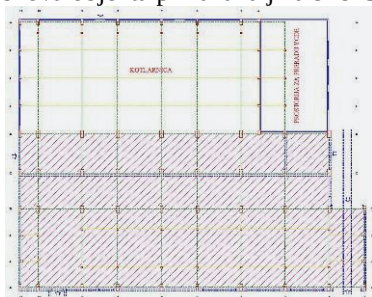
Slika 3. Snimak objekta iz satelita

Termoelektrana se sastoji iz sledećih objekata: Mašinska sala, kula, kotlarnica, prostorija za jonizaciju i bunker. U statičkom smislu raspored ovih objekata je takav da je bunker glavni noseći element. Konstrukcije kotlarnice i mašinske sale oslanjaju se na bunker i sve horizontalne sile prenose se na njega. U podužnom pravcu konstrukcija termoelektrane nema dilatacionih razdelnica. Slika 4 prikazuje izgled objekta u sklopu termoelektrane.



Slika 4. Izgled objekta

Deo koji predstavlja kotlarnica sa prostorijom za jonizaciju vode je dimenzija u osnovi $56,45 \times 22,70\text{ m}$. Visina kotlarnice je 28,55m a prostorije za jonizaciju vode je 14m. Konstruktivni sistem kotlarnice je skeletni i sastoji se iz ramova postavljenih na rastojanju od 6m i 8m. Stubovi su armiranobeonski dimenzija $60 \times 130\text{ cm}$ i $60 \times 60\text{ cm}$. Osnova objekta prikazana je na slici 5.



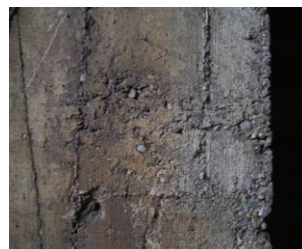
Slika 5. Osnova kotlarnice sa prostorijom za preradu vode

2.2. Detaljan vizuelni pregled

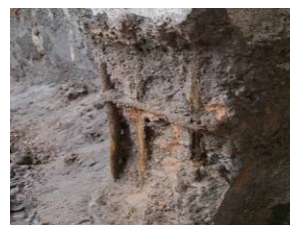
Vizuelnim pregledom kotlarnice i prostorije za preradu vode utvrđeno je postojanje, raspored i stepen zastupljenosti defekata i oštećenja. Termoelektrana Viskoza je prestala sa radom 1992. godine. U toku rada, objekat je bio izložen agresivnoj sredini, naročito kotlarnica i prostorija gde se vršilo prečišćavanje vode. U toku rada termoelektrane vršene su određene sanacije i popravke. Vizuelnim pregledom predmetnog objekta konstatovan je veliki broj oštećenja a usled završne obrade objekta malterom, kao i velikog prisustva ugljene prašine, mali broj defekata je bio uočljiv i dostupan. Na AB stubovima su uočena sledeći defekti i oštećenja: geometrijska imperfekcija, mala debljina zaštitnog sloja (Slika 6), betonska gnezda (Slika 7), biološka korozija, mehanička oštećenja (Slika 8), vlaga, otpadanje maltera (Slika 9), ljuskanje i korozija armature (Slika 10).



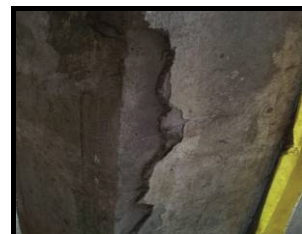
Slika 6. Mala debljina zaštitnog sloja



Slika 7. Betonska gnezda



Slika 8. Mehanička oštećenja



Slika 9. Otpadanje maltera



Slika 10. Korozija armature

Treba napomenuti da je zbog velike izloženosti objekta uticaju vlage, koja dug niz godina deluje na objekat, ubrzan proces povećanja oštećenja. Vлага je uglavnom zahvatila sve delove konstrukcija a najizraženija je u prvih par metara od poda konstrukcije, kao i na mestima oko prozorskih otvora i nastalih mehaničkih oštećenja na zidovima i krovnom pokrivaču kotlarnice. Predmetna vlaga je, usled dugotrajnog zadržavanja, izazvala krunjenje i otpadanje maltera kao i koroziju armature. Oštećenja i defekti koji su se ispoljili na gredama su: korozija armature (Slika 11), biološka korozija (Slika 12), mala debljina zaštitnog sloja (Slika 13).



Slika 11. Korozija armature



Slika 12. Biološka korozija



Slika 13. Mala debljina zaštitnog sloja

Vizuelnim pregledom zidova konstatovana su oštećenja prouzrokovana delovanjem vlage i mehanička oštećenja, koja su uglavnom nastala prilikom demontaže opreme u objektu (Slika 14).



Slika 14. Mehaničko oštećenje zida

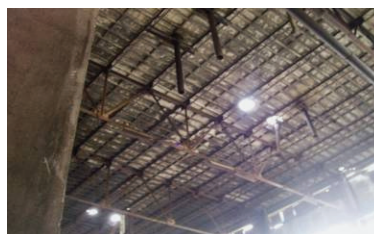
Osnovni uzrok koji je doveo do pojave navedenih oštećenja je zapuštenost i neodržavanje objekta,

višedecenijska izloženost zidova atmosferskim uticajima. Na narednoj slici 15 prikazan je kalkanski zid u osi 4, gde se vidi uticaj vlage, a kao posledica delovanja javlja se otpadanje maltera, ispiranje spojnica i bubrenje opeke.



Slika 15. Dejstvo vlage na zid

Vizuelni pregled elemenata krovne konstrukcije iz neposredne blizine je bio sprečen zbog velike visine i nepostojanja pomoćnih skela. Prema fotografijama (Slika 16) koje su načinjene sa kote poda, zaključeno je da je čelična rešetka zahvaćena korozijom, a stepen oštećenosti nije se mogao tačno utvrditi. Može se pretpostaviti da je rešetka dosta korodirala iz razloga što je ceo objekat već dug niz godina napušten, nije održavan, tako da je danak vremena učinio svoje.



Slika 16. Izgled krovne konstrukcije sa unutrašnje strane

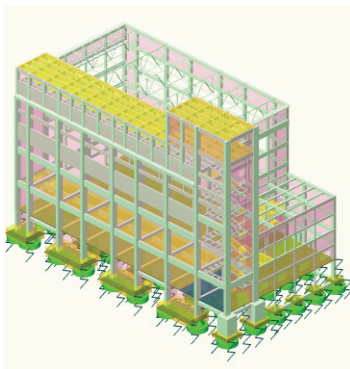
Kada je u pitanju podna konstrukcija, ustanovljeno je da kotlarnici podna konstrukcija ne postoji, a u prostoriji za preradu vode podna ploča je površinski mehanički oštećena.

2.3. Analiza prikupljenih podataka i ocena stanja konstrukcije

Na osnovu podataka prikupljenih vizuelnim pregledom, zaključeno je da su: elementi noseće konstrukcije mahom oštećeni mehanički i da je zbog dugodišnjeg nekorišćenja objekta i prodora vlage došlo do degradacije velikog broja elemenata. Stepenn i karatker oštećenja elemenata noseće AB konstrukcije je takav da je smanjena ukupna nosivost konstrukcije, ali globalna stabilnost konstrukcije nije ugrožena. Odgovarajućim sanacionim merama ovaj deo objekta se može dovesti u projektovano stanje nosivosti i stabilnosti. U slučaju da se ne obave radovi na sanaciji noseće AB konstrukcije, vrlo brzo će se dovesti u pitanje stabilnost pojedinih nosećih elemenata, a naročito elemenata krovne konstrukcije.

3. KONTROLNI PRORAČUN KONSTRUKCIJE

Proračun je u potpunosti izvršen prema važećem pravilniku [1]. Prostorni model konstrukcije kreiran je u programu Tower 6.0 (Slika 17). Ovaj program vrši sveobuhvatnu analizu uticaja u ravanskim i prostornim konstrukcijama pomoću metode konačnih elemenata. Pored proračuna statičkih i dinamičkih uticaja, u okviru ovog programa izvršeno je i automatsko dimenzionisanje elemenata konstrukcije.



Slika 17. Prostorni model konstrukcije

4. SANACIONO REŠENJE- PROJEKAT REVITALIZACIJE TERMO ELEKTRANE

Na osnovu ocene postojećeg stanja konstrukcije utvrđeno je da je potrebno sanirati sve oštećene elemente u cilju vraćanja objekta u funkciju.

Krovni pokivači u kotlarnici i u prostoriji za preradu vode se uklanjaju i na njihovo mesto postavljaju se nove armiranobetnoske prefabrickovane ploče – korube (iste kao i projektovane u kotlarnici, sa povećanom debljinom za 1 cm). Uklanjanje se vrši specijalnim testerama za sečenje betona. Elementi će se seći po spojnica, tako što će se segment po segment prefabrikovanog elementa vaditi i na to mesto postavljati novi. Nakon toga vrši se monolitizacija i postavljaju se potrebni zaštni slojevi ravnog krova.

Sanacija stubova obuhvata sanaciju korodirale armature i mehaničkih oštećenja betona. Sanacija korodirale armature se vrši tako što se uklanjaju se svi labavi i spucali delovi betona, formiranjem udubljenja pravilnog oblika bez isklinjavanja ivica. Zatim se vrši čišćenje korodirale armature i oštemovanog prostora. Nakon toga se vrši popunjavanje oštemovanih delova reparaturnim materijalom. Odabrani materijal za saniranje ovog vida oštećenja na konstrukciji je tiksotropni reparaturni malter firme "Mapei". Reparaturni malter se sastoji od cementa, granulisanog agregata, specijalnih aditiva i mikroarmature od sintetičkih vlakna. Materijal je gušće konzistencije i ima kontrolisano skupljanje. Upotrebljava se kod vidova oštećenja na betonskim elementima kao što su: oštećene ivice greda i stubova, reparacije površinskog sloja betona. Zbog visokih mehaničkih karakteristika, koje ga odlikuju, može biti korišćen za rekonstrukciju nosećih elemenata. Pre nanošenja mora se izvršiti priprema podloge. Površina mora biti na adekvatan način obrađena. Nakon pripreme, površina betona treba da se očisti i da se nakvasi vodom. Zatim se nanosi pripremljena smesa reparaturnog materijala. Nanošenje se vrši ručno mistrijom (ili nekim drugim priborom) u pojedinačnim slojevima debljine 30-35 mm bez postavljanja oplate. Na jednom stubu je predviđena konstrukcijska sanacija u okviru koje je zamenjena armatura novom, a prostor se ispunjava betonom koji ima istu marku kao i postojeći.

Sanacija greda se sprovodi na isti način kao i sanacija stubova, primenjuju se isti reparaturni materijali i tehnike. Konstruktivno ojačanje greda vrši se tako što će se ukloniti slab i oštećen beton ručnim i mašinskim štemovanjem, očistiti armatura od korozije i na tako pripremljenu podlogu postaviti se potrebna armatura koja

se za staru vezuje posrednim preklapanjem sa zavarivanjem na dužini od 15cm na svakih 80cm. Nakon toga postavlja se oplata i prostor se ispunjava betonom koji ima istu marku kao i postojeći.

Sanacija zidova se sprovodi nakon što se ukloni stari malter, očiste spojnice i zidovi operu razblaženim rastvorom hlorovodonične kiseline. Nakon toga vrši prežidivanje delova zidova sa zamenom oštećenih opeka Tom prilikom se zatvaraju otvori nastali mehaničkim oštećenjima. Zidovi se sa unutrašnje i spoljašnje strane malterišu produžnim malterom, a sa spoljašnje se nanosi još i plemeniti završni sloj maltera.

Sanacija podne konstrukcije u prostoriji za preradu vode podna konstrukcija se sanira tako što se uklanja sloj oštećenog poda mašinskim putem – glodanjem i struganjem, a potom se postavlja adekvatni industrijski pod za određenu namenu. Pošto je podna konstrukcija u kotlarnici u potpunosti oštećena, potrebno je postaviti novi industrijski pod, sa svim potrebnim slojevima.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu podataka prikupljenih vizuelnim pregledom i rezultata kontrolnog proračuna zaključeno je da su sva registrovana oštećenja lokalnog karaktera i da trenutno nisu ugrožene nosivost, stabilnost i funkcionalnost objekta, ali je trajnost objekta delimično narušena, pa se prisutna oštećenja moraju "popraviti" da bi se proces deterioracije betona zaustavio i da bi se omogućila eksploatacija objekta u dužem vremenskom periodu.

6. LITERATURA

[1] Grupa autora: "Beton i armirani beton" prema BAB 87, knjiga 1 i 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.

[2] Ž. Radosavljević, D. Bajić: "Armirani beton 3", Građevinska knjiga, Beograd, 2007.

[3] V. Radonjanin, M. Malešev, Materijal sa predavanja iz predmeta "Praćenje, procena stanja i održavanje građevinskih objekata" i "Materijali i tehnike sanacije i zaštite", Novi Sad, 2007.

Kratka biografija:



Marija Jovanović rođena je u Loznici 1983. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva– Procena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata odbranila je 2010.god.



Mirjana Malešev rođena je u Zmajevo 1958. god. Doktorirala je na Građevinskom fakultetu u Beogradu 2003. god., a od 2008. je vanredni profesor na FTN-u. Oblast interesovanja su materijali u građevinarstvu, tehnologija betona, procena stanja i sanacija građevinskih konstrukcija.

PROCENA STANJA I SANACIJA NOSEĆE KONSTRUKCIJE MAŠINSKE SALE I BUNKERA U FABRICI „VISKOZA“ U LOZNICI

ASSESSMENT AND STRUCTURAL REHABILITATION OF MACHINE ROOM AND BUNKER IN FACTORY „VISKOZA“ IN LOZNICA

Vesna Raičić, Mirjana Malešev, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada data je procena stanja i projekat sanacije noseće konstrukcije mašinske sale i bunkera u fabrici „Viskoza“ u Loznici. U prvom delu opisane su karbonske trake, njihova podela, karakteristike i primena u građevinarstvu. U drugom delu rada prikazani su defekti i oštećenja koji su registrovani tokom detaljnog vizuelnog pregleda konstrukcije. Na osnovu analize tih podataka i kontrolnog proračuna data je ocena stanja konstrukcije sa opisom odabranih sanacionih rešenja.

Abstract – This graduate work is devoted to the assessment and structural rehabilitation project of machine room and bunker bearing structures.

The first section describes the carbon strips, their classification, characteristics and application in civil engineering. The second part of the work presents the defects and damages that have been registered during the detailed visual inspection of the construction. The assessment containing a description of selected constructive rehabilitation solutions is based on the analysis of these data and control design.

Ključne reči: termoelektrana, defekti, oštećenja, sanacija

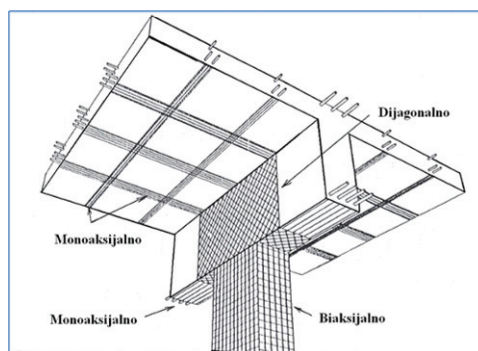
1. UVOD I TEORIJSKI DEO

U teorijskom delu se opisane su karbonske trake - njihova podela, karakteristike i primena u građevinarstvu. Ojačanje postojećih AB konstrukcija je postalo veoma bitno. Sve veće zahteve koje savremene građevine moraju da ispunjavaju povlače za sobom i potrebu promene već postojećih struktura. Iz ekonomskih razloga a i u pogledu zaštite životne sredine, ojačanje postojećih konstrukcija je u većini slučajeva bolje rešenje nego rušenje i ponovna izgradnja istih. Jedno od najnovijih dostignuća u ovom polju je ojačanje konstrukcija primenom karbonskih vlakana. Karbonska vlakna su grupa neprekidnih slojeva ugljeničnih kristala dobijenih, serijom visokih temperatura, iz nusprodukta nafte. Izrađuju se od vlakana prečnika 0.01 do 0.10mm. i proizvode se kao trake-laminati i trake-tkanine. Trake-laminati prihvataju opterećenje samo u podužnom pravcu dok trake-tkanine nose u više pravaca. Trake-tkanine mogu biti monoaksijalne, biaksijalne i trake sa dijagonalnim tkanjem.

NAPOMENA:

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

Na slici 1. je prikazan primer ojačanja konstrukcije ovim trakama.



Slika 1. Mogućnosti primene karbonskih traka i tkanina za ojačavanje konstrukcijskih elemenata

Na tržištu postoje dva svetski priznata proizvođača karbonskih vlakana, a to su švajcarska firma **SIKA** i italijanska **SINIT**. Pomenuti proizvođači uz katalog proizvoda daju sertifikate sa probnih ispitivanja i detaljno uputstvo o načinu ugradnje. Način ojačanja stuba karbonskim trakama prikazan je na slici 2.



Slika 2. Ojačanje stuba karbonskom tkaninom

U daljem delu rada predstavljeno je istraživanje grupe naučnika iz Holandije koji su ispitivali uticaj temperature na AB grede ojačane karbonskim trakama. Na osnovu rezultata dobijenih u ovom ispitivanju došlo se do zaključka da nema potrebe uzimati u obzir uticaj temperature kod proračuna karbonskih traka sve dok temperatura ne prelazi 50°C ($\approx T_g - 10^\circ\text{C}$). Ojačanje konstrukcija koje su izložene visokim temperaturama treba izbegavati, zbog mogućnosti promene mehanizma loma i smanjenja adhezije između betona i karbonskih traka.

2. PROCENA STANJA KONSUKCIJE

2.1. Opis objekta

Fabrika Viskoza nalazi se u neposrednoj bilizini Loznice a na strani ka Banji Koviljači na površini između državne pruge Šabac – Zvornik i brdovitog terena na desnoj strani reke Trbušnice.

Termoelektrana, kao glavni objekat fabrike 'Viskoza', u osnovi je dimenzija 92 x 52 m. Karakteristike delova objekta koji su predmet diplomskog rada date su u tabeli 1 a njihov sadašnji izgled na slici 3.

Tabela 1 - Karakteristike delova objekta		
Odeljenje	Osnova	Visina
Mašinska sala	63 x 22 m	18 m
Odeljenje napojnog postrojenja	43 x 7.0 m	11.5 m (17.5 – 29 m)
Bunkerski deo	48.25 x 7.5 m	32 m
Kula	8 x 7.5 m	38 m

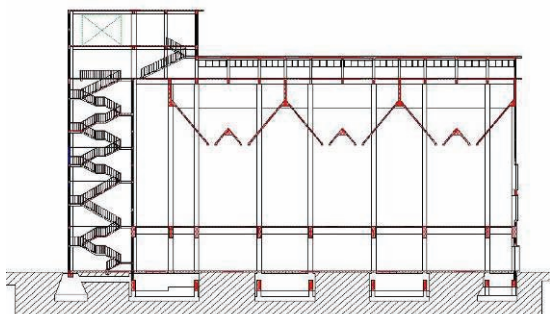
Ceo objekat je promenljive visine sa najvišim delom koji je visok 38m.



Slika 3 - Sadašnji izgled objekta termoelektrane

Raspored ovih odeljenja je takav da bunker predstavlja centralni prostor na koji se sa jedne strane nadovezuje kotlarnica a sa druge mašinska sala sa odeljenjem pumpi. Kotlarnica i mašinska sala prenose sve horizontalne sile na bunker, koji je najstabilniji deo objekta. Odeljenje bunkera prima najveća opterećenja, znatno veća od kotlarnice i mašinske sale.

Pošto je, po svojoj funkciji bunker povezan sa kotlarnicom, to je, shodno tome i u konstrukcijskom smislu između ova dva objekta izvedena kruta veza. Mašinska sala je sa bunkerom zgloбно vezana da nebi nepravilno opteretila njegove stubove. U podužnom smislu konstrukcija nema dilatacione razdelnice.



Slika 4 - Podužni presek kroz bunkerski deo i kulu

2.2. Detaljan vizuelni pregled

Pregledom objekta utvrđeno je postojanje, raspored i stepen zastupljenosti defekata i oštećenja. Deo objekta na kome je izvršena procena stanja i mere sanacije su bunker i mašinska sala. Celokupan objekat već duže vreme nije u funkciji, prepušten je uticaju sredine, samim tim je ubrzan proces propadanja. U toku rada termoelektrane vršene su određene sanacije i popravke. Vizuelnim pregledom predmetnog objekta zabeležen je veliki broj oštećenja i manji broj defekata, koji su, zbog završne obrade malterom i velikog prisustva ugljene prašine, bili teško uočljivi. Uočeni defekti i oštećenja su razvrstani po elementima konstrukcije. Na stubovima su uočeni sledeći defekti oštećenja i:

- mala debljina zaštitnog sloja,
- geometrijska imperfekcija,
- betonska gnezda,
- biološka korozija,
- mehanička oštećenja (Slika 5),
- vlaga (Slika 6),
- otpadanje maltera ljuštenje i
- korozija armature (Slika 7).



Slika 5. Mehanička oštećenja



Slika 6. Vlaga u stubu



Slika 7. Korozija armature

Vlaga u objektu - najviše izražena na donjim delovima stubova do visine od cca.0,6 m. Njeno prisustvo dovelo je do bubrenja i krunjenja maltera pa tako i do njegovog otpadanja. Do prodora vlage u objekat je došlo usled oštećenja krovne konstrukcije tokom iznošenja opreme iz

kotlarnice. Ova vlaga se skupljala i duže zadržavala na podu koji je prekriven šutom i zemljom, a zbog kapilarnog upijanja dospela je u oblogu stubova i osim bubrenja izazvala je i pojavu biološke korozije.

Oštećenja i defekti koji se javljaju na AB gredama su:

- korozija armature,
- biološka korozija (Slika 8),
- mala debljina zaštitnog sloja(Slika 9) i
- otpadanje maltera.

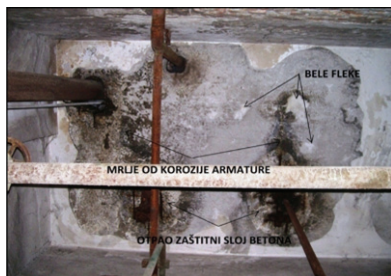


Slika 8. Biološka korozija



Slika 9. Mala debljina zaštitnog sloja i korozija armature

Vizuelnim pregledom zidova i međuspratnih konstrukcija konstatovano je da su oštećenja mahom prouzrokovana delovanjem vlage, neodržavanjem objekta i višedecenijskom delovanju atmosferilija. (Slike 10 i 11).



Slika 10. Oštećenja međuspratne konstrukcije izazvana dejstvom vlage



Slika 11. Oštećenja zida izazvana dejstvom vlage

Kao i kod mašinske sale, krovna konstrukcija odeljenja napojnog postrojenja sastoji se od montažnih AB ploča oslonjenih na prefabrikovane rožnjače. U svim poljima tavanice zabeležena je vlaga koja je na nekim mestima dovela do ljuaskanja i otpadanja maltera i delova zaštitnog

sloja betona usled korozije armature u rebrima i u poljima ploče (Slika 12).



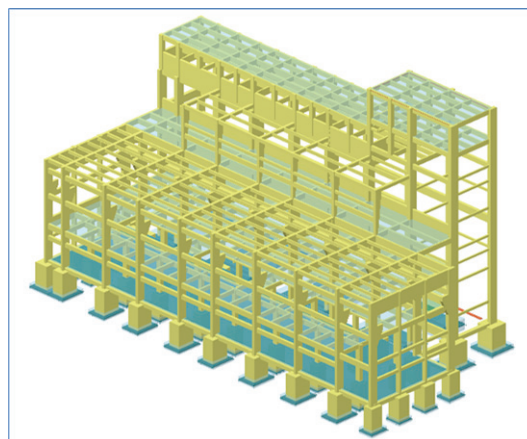
Slika 12. Izgled krovne konstrukcije sa unutrašnje strane

2.3. Analiza prikupljenih podataka i ocena stanja konstrukcije

Stepen i karakter oštećenja elemenata nosećih armirano-betonskih konstrukcija bunkera i mašinske sale je takav da je smanjena njihova ukupna nosivost, ali globalna stabilnost ovih konstrukcija nije ugrožena. Odgovarajućim sanacionim merama ovaj deo objekta se može dovesti u projektovano stanje nosivosti i stabilnosti. U slučaju da se ne obave radovi na sanaciji noseće AB konstrukcije, vrlo brzo će se dovesti u pitanje stabilnost pojedinih nosećih elemenata.

3. KONTROLNI PRORAČUN KONSTRUKCIJE

Usled promena u tehnološkom procesu proizvodnje javila se potreba za promenom nosivosti kрана sa 20t na 25t. Kran treba da obezbedi transport teških tereta unutar hale. Promena kрана zahteva kompletan proračun nosača kranske staze, kratkog elementa na koji se nosač oslanja i eventualno ojačanje stubova u slučaju da nisu zadovoljeni dozvoljeni naponi koji će opterećenje od kрана preneti na tlo. Kontrolnim proračunom dobijeno je da potrebno izvršiti povećanje preseka kranske staze i dodati armaturu. Kontrolni proračun postojeće konstrukcije objekta sa promenom nosivosti kрана i povećanjem poprečnog preseka nosača kranske staze sproveden je na računskom modelu koji je izrađen u računarskom programu za proračun građevinskih konstrukcija Tower 6.0. Kontrolni proračun u potpunosti je sproveden prema važećem pravilniku za armiranobetonske konstrukcije "PRAVILNIK BAB 87" (Slika 13).



Slika 13. Prostorni model konstrukcije

4. SANACIONO REŠENJE

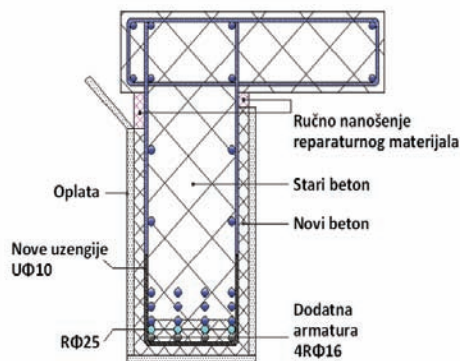
Na osnovu ocene stanja elemenata nosećih konstrukcija bunkera i mašinske sale urađen je predlog sanacionih mera u cilju dovođenja oštećenih elemenata u projektovano stanje. U nastavku teksta dat je opis sanacionih radova po pojedinim elementima.

Stepen oštećenja **krovnih ploča** u mašinskoj sali je takav nije potrebna njihova zamena, već je moguća njihova sanacija. Krovna konstrukcija će biti sanirana tako što će se prvo skinuti svi slojevi ravnog krova, do AB koruba, a zatim će se izvršiti dodatni pregled spojeva korube sa rožnjačom i eventualna monolitizacija oštećenog spoja. Nakon toga, predviđena je izrada svih slojeva novog ravnog krova. Kod odeljenja napojnog postrojenja sanacija ravnog krova se sastoji iz uklanjanja starih AB koruba, postavljanja novih AB koruba istih dimenzija, njihova monolitizacija i postavljanje slojeva novog ravnog krova.

Sanacija stubova – karakteristična oštećenja stubova su korozija armature i mehanička oštećenja betona. Stubovi su lokalno oštećeni, njihova oštećenja variraju u zavisnosti od visine stuba i prostorije u kojoj se stub nalazi. Najizraženija oštećenja ovih elemenata su u bunkeru. Redosled kod saniranja stubova sastoji se iz sledećih faza: uklanjanje oštećenog sloja betona, čišćenje armature i oštemovanih delova betona, na mestima gde je potrebna oplata izvršiti njeno postavljanje na adekvatan način, popunjavanje oštemovanih delova betona reparaturnim materijalom i izrada dodatnog zaštitnog sloja.

Sanacija greda se sprovodi na isti način kao i sanacija stubova, primenjuju se isti reparaturni materijali.

Konstruktivno ojačanje **nosača kranske staze** se vrši u tri faze: a) uklanjanje betona sa donje i sa bočnih strana grede ručnim i mašinskim štemovanjem, čišćenje armature od betona čeličnim četkama do potpunog sjaja. b) Postavljanje četiri šipke Rø16 mm u donjoj zoni grede, koje se sa starom armaturom povezuju tako što će se između njih postavljati komadi armature Rø25 mm dužine 15 cm na svakih 80 cm. Veza se ostvaruje obostranim zavarivanjem. Postavljanje novih uzengija ø10mm, zavarivanjem za postojeće, c) Postavljanje oplate i betoniranje (Slika 14).



Slika 14. Ojačanje nosača kranske staze

Beton koji se ugrađuje je trofrakcijski i istog je kvaliteta kao i stari beton. Njegova marka je MB30. Spravlja se tečnije kozinstencije iz razloga bolje ugradnje.

Sanacija zidova – radovi koji se izvode su: uklanjanje trošnog maltera sa površine zida, čišćenje spojnica u zidu pranje i čišćenje zidnih površina sa naslagama soli razblaženim rastvorom hlorovodonične kiseline, vađenje i zamena oštećenih opeka, zatvaranje otvora, malterisanje zidova produžnim malterom i završna obrada u vidu krečenja sa unutrašnje strane. Sa spoljašnje strane radi se nova fasada.

Sanacija međuspratnih konstrukcija – se sastoji iz sledećih faza: uklanjanje betona sa donje strane ploče duž pukotina na mestu korodiranih šipki armature, čišćenje korodirane armature, priprema reparaturnog materijala i ugrađivanje u pripremljene zone, sa gornje strane ploče vrši se zasecanje i zapunjavanje prslina, proširivanje vidljivog dela prslina se sastoji u formiranju kanala (žleba) na površini dubine od 6 do 25mm, u ovako pripremljeni žleb ugrađuje se masa za zapunjavanje 'EPOJET LV' ('Mapei') – epoksi smola koja se koristi za postizanje monolitnosti i ojačanje betonskih konstrukcija.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu podataka prikupljenih vizuelnim pregledom i rezultata kontrolnog proračuna zaključuje se da su sva registrovana oštećenja lokalnog karaktera i da trenutno nisu ugrožene nosivost, stabilnost i funkcionalnost objekta, ali je trajnost objekta delimično narušena, pa se prisutna oštećenja moraju "popraviti" da bi se proces deterioracije betona zaustavio i da bi se omogućila eksploatacija objekta u dužem vremenskom periodu.

6. LITERATURA

[1] Grupa autora: "Beton i armirani beton" prema BAB 87, knjiga 1 i 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.

[2] Ž. Radosavljević, D. Bajić: "Armirani beton 3", Građevinska knjiga, Beograd, 2007.

[3] V. Radonjanin, M. Malešev, Materijal sa predavanja iz predmeta "Praćenje, procena stanja i održavanje građevinskih objekata" i "Materijali i tehnike sanacije i zaštite", Novi Sad, 2007.

[4] Ernst L. Klammer, Dick A. Hordijk, Michael C. J. Hermes, The influence of temperature on RC beams strengthened with externally bonded CFRP reinforcement

Kratka biografija:



Vesna Raičić rođena u Jagodini 1983. god. Diplomirala je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Procena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata odbranila je 2010. god.



Mirjana Malešev rođena je u Zmajevo 1958. god. Doktorirala je na Građevinskom fakultetu u Beogradu 2003. god., a od 2008. je vanredni profesor na FTN-u. Oblast interesovanja su materijali u građevinarstvu, tehnologija betona, procena stanja i sanacija građevinskih konstrukcija.

IZBOR OPTIMALNE METODE IZRADE BAZENSKE KONSTRUKCIJE NA PRIMERU PLIVAČKIH BAZENA U APATINU

SELECTION OF THE OPTIMAL METHOD OF PRODUCING POOL CONSTRUCTION WITH EXAMPLE: SWIMMING POOL IN APATIN

Saša Maksimović, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad*

Oblast - GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan izbor optimalne tehnologije izgradnje konstrukcije bazena na primeru objekta u okviru Banje Junaković u Apatinu. Pri analizi u obzir je uzeta cena materijala, radna snaga potrebna za izradu bazenske konstrukcije i vreme koje je potrebno za izradu istih.

Abstract – In this paper it is shown the selection of optimal technology of building structures on the example object pool within the Spa Junakovic in Apatin. During the analysis into account the cost of materials, labor required for making the pool structure and the time it takes to produce them were included.

Cljučne reči: Tehnologija izgradnje, Bazenska konstrukcija, Analiza vremena, Analiza troškova, Dinamički plan.

1. UVOD

Pre dolaska novijih i jeftinijih tehnologija za izgradnju bazena (montažni, liner, poliesterski, PVC, ...), bazeni su se uvek gradili od betona. Danas, još uvek vlada mišljenje da su najbolji betonski bazeni, ali svaka greška tokom planiranja ili izgradnje zahteva nova ulaganja. Radi toga je preduslov za dobro sagrađen bazen, dobro urađen projekat sa preciznim statičkim proračunima koji uzimaju u obzir sve potrebne parametre, pa i sposobnost radne snage koja će izvoditi građevinske radove.

Betonski bazeni mogu biti različitih oblika, obično su obloženi keramičkim pločicama ili samo obojeni posebnom bojom za bazene. Poslednjih godina sve se više upotrebljavaju stakleni i plastični mozaici, koji pored estetskog izgleda imaju i neke druge dobre osobine.

Bazenska tehnika i dodatna oprema koja se koristi za gradnju betonskih bazena je slična ostalim bazenima. Potrebna je samo dobra saradnja sa izvođačem, jer se oprema za betonske bazene ugrađuje postupno.

Savremeni montažni i polumontažni bazeni od nerđajućih čeličnih panela sve više osvajaju tržište. Mogu se izvoditi na tlu (ukopani ili nadzemni), ali i na stubovima. Ograničenja u pogledu oblika nema, izvode se po zahtevu investitora.

Da bi se formirala konstrukcija bazena neophodna je kvalitetna podloga koja će prihvatiti opterećenje od same konstrukcije i od vode. Najbolja podloga je armirani

beton, jer je najlakše i najbolje u njega “usidriti” podkonstrukciju bazena. Pre betoniranja podloge potrebno je ugraditi svu neophodnu opremu koja se nalazi u podu.

Osnovni cilj rada jeste određivanje optimalnog načina izgradnje bazenske konstrukcije. Analizom su obuhvaćena dva moguća načina izgradnje i to:

- armiranobetonska konstrukcija bazena
- Myrtha pool konstrukcija bazena od nerđajućih čeličnih panela

Pri analizi u obzir je uzeta cena materijala, radna snaga potrebna za izradu bazenske konstrukcije i vreme koje je potrebno za njihovu izradu.

U cilju sprečavanja nepovoljnih okolnosti, neophodno je dobro izanalizirati i organizovati čitav proces u skladu sa dostupnim podacima, a istovremeno poštovati tehničke propise koji se odnose na ovu vrstu radova, kao i druge kriterijume definisane ugovorom poput dinamike radova, kvaliteta radova i optimizacije radova, pre svega optimizacije troškova.

Iz navedenih razloga, ovim radom, se na konkretnom primeru izvođenja objekta “Aqua park i wellness centar”, pokušala skrenuti pažnja na neka od mogućih rešenja sa njihovom analizom i ukazanim prednostima i nedostacima svakog ponaosob. Analizirane su dve različite metode izrade bazenske konstrukcije od kojih svaka ima svojih prednosti, ali i nedostataka i svaka je primenjiva u različitim uslovima koji se mogu postaviti pred projektanta i izvođača.

Pri modeliranju procesa sagledane su sve aktivnosti, njihove međusobne veze i uslovljenosti i ispoštovani svi principi struke, naročito u pogledu što veće racionalizacije procesa i primene paralelizacije aktivnosti gde je to moguće, kako bi proces građenja bio efikasniji.

2. METODE OBRADJE

Planiranje izgradnje nekog građevinskog objekta je jedno od osnovnih načela organizacije rada. Ono omogućuje sagledavanje budućih događaja, te prema tome i preduzimanje potrebnih mera da se oni savladaju. Glavni ciljevi planiranja proizvodnje su:

- minimalno vreme proizvodnje
- minimalni kapaciteti
- minimalni troškovi

Ovim radom se na konkretnom primeru izvođenja objekta “Aqua park i wellness centar” u Apatinu, pokušala skrenuti pažnja na neka od mogućih rešenja konstrukcije plivačkih bazena, sa njihovom analizom i ukazanim prednostima i nedostacima. Analizirane su dve različite metode izrade bazenske konstrukcije od kojih svaka ima svojih prednosti, ali i nedostatke.

NAPOMENA:

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

Da bi se zadovoljilo sve što je prethodno izneto, korišćene su sledeće metode izrade planova:

- analiza i sinteza
- uporedna analiza
- metoda gantograma – Gantovi planovi (paralelni dinamički planovi)
- tehnika mrežnog planiranja

Analiza i sinteza, kao tehnika obrade rezultata, na onovu koje su dobijeni relevantni rezultati prikazani u tabelama i grafikonima iz kojih se mogu videti komparativne prednosti određene metode.

Gantogrami ili paralelni dinamički planovi poslužili su za tačno prikazivanje datuma početka i završetka radova, kao i za prikazivanje ukupnog potrebnog vremena za izvođenje konstrukcije u zavisnosti od analiziranog modela.

Mrežnim planiranjem su uočeni oni radovi (kritične aktivnosti) od kojih zavisi rok izrade objekta.

3. OPIS TEHNOLOGIJE IZRADE BAZENSKE KONSTRUKCIJE

3.1. Armiranobetonski bazeni

Izgradnja bazena sa armiranobetonskom konstrukcijom predstavlja klasičan način izgradnje bazena. Ranijih godina je bio konstruktivno najzastupljeniji vid izgradnje bazena, ali nažalost svakodnevno smo svedoci mnogobrojnih problema proisteklih iz nepoznavanja osnovne problematike izgradnje ovog tipa bazena.

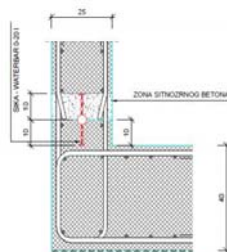
Najveća prednost armiranobetonskih bazena je praktično neograničena mogućnost varijacija u pogledu oblika i dubine. Nije na odmet pomenuti da svako odstupanje od klasičnog pravougaonog oblika povlači za sobom složenije izvođenje, što po automatizmu znači i veću investiciju.

Najvažniji kriterijum kod izgradnje armiranobetonskih bazena su obezbeđivanje elastičnosti konstrukcije i vodonepropusnosti. Elastičnost konstrukcije obezbeđuje se preciznim statičkim proračunom armature. Kod bazena je nedopustiva pojava čak i najmanjih pukotina – prslina. Sam beton koji se ugrađuje u bazen mora biti spravljen u fabrici betona, transportovan isključivo automikserima i sa dodatkom aditiva za vodonepropusnost. Dolazi se do zaključka da će i aditiv za vodonepropusnost dodatno poskupeti investiciju.

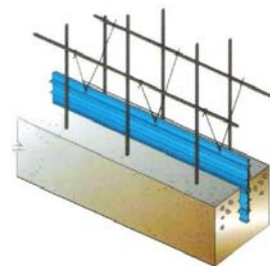
Betoniranje poda i zidova bazena bi bilo najbolje uraditi odjednom, jer bi se izbegla “slaba mesta” koja se javljaju na prekidima betoniranja. Pošto je zajedničko betoniranje kod većih bazena i bazena složenijih oblika nemoguće, pribegava se betoniranju ploče u jednoj fazi, tj. bez prekida, a u drugoj fazi betoniranju zidova. U ovom slučaju, koji je neizbežan, javlja se problem spoja ploča-zid koji postaje “slabo mesto” konstrukcije zbog različitih starosti betona. Na ovakvom mestu postoji mogućnost da dođe do propuštanja vode iz bazena što je nedopustivo. Sprečavanje ovakvih pojava se postiže primenom *Sika Waterbar traka*. Traka se ugrađuje delom u ploču, delom u zid bazena (slika 1. i slika 2.).

Princip je da se ploča betonira bez prekida i zajedno sa pločom se naliva 10cm zida. U tih 10cm zida se ugrađuje *Sika Waterbar traka* do polovine svoje širine, dok drugi deo trake ostaje izvan betonske mase i biće obuhvaćen kada se bude betonirao zid. Kod njene primene bitno je da

bude pravilno i precizno postavljena i da zadrži svoj položaj tokom betoniranja.



Slika 1. Primena Sika Waterbar traka



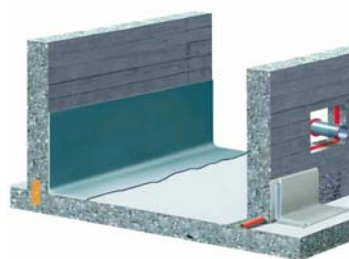
Slika 2. Primena Sika Waterbar traka

Prilikom betoniranja, precizno treba ugraditi sve elemente u beton, kao i svu željenu hidrotehničku opremu. Česta je greška da se za odstoynike između spoljne i unutrašnje oplate, kao i za položaj armature u odnosu na oplatu koriste drveni komadi, što je velika greška. Poznato je da drvo vremenom truli, što bi učinilo bazen propusnim za vodu, što nam nikako nije cilj. Drugi razlog zbog kojeg se nesmeju koristiti drveni odstoynici je što drvo u prisustvu vlage “bubri” – širi se i vrši destrukciju materijala oko sebe, što bi u slučaju bazena značilo da će oštetiti hidroizolaciju ili samu konstrukciju. Zbog svega navedenog dopušteno je korišćenje samo čeličnih odstoynika.

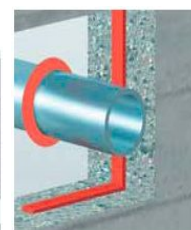
Dva osnovna tipa prodora kroz betonsku konstrukciju:

1. elementi prodora postavljaju se u samu oplatu pre betoniranja
2. elementi prodora postavljaju se naknadno kroz ostavljeni prostor u betonu

Kod oba slučajeva postavljaju se zaptivači oko instalacija kao što je npr. *Sika Swel* (slika 3. i slika 4.). *Sika swel* je materijal koji u kontaktu sa vodom počinje da bubri i na taj način zaptiva nastale otvore između instalacija i betona.



Slika 3. Zaptivanje prodora kroz betonsku konstrukciju



Slika 4. Detalj zaptivanja oko cevi primenom Sika Swel materijala

Najteži za izvođenje, kod armiranobetonskih bazena, je prelivni kanal (slika 5.). Prelivni kanal služi da primi površinski sloj vode koji je ujedno i najzagađeniji, a osim toga i da smanji odbijanje talasa o zidove bazena. Prelivni kanal prihvata vodu i sprovodi je do filtera koji vrše prečišćavanje dospеле vode i nakon toga vrši vraćanje prečišćene vode u bazen.

Problem kod njega predstavlja što je relativno malih dimenzija i zahteva veliku preciznost, jer greška u dimenzijama ili pozicioniranju će izazvati da voda neće moći da se prelije u kanal.

3.2. Izolaterski radovi



Slika 1. Betonska konstrukcija bazena sa urađenim prelivnim kanalom

Uobičajena finalna obrada unutrašnje površine bazena za plivanje je oblaganje keramičkim pločicama, jer na taj način obezbeđujemo dugotrajan i estetski veoma prihvatljiv efekat. Ovakva odluka značajno utiče na izbor metode hidroizolacije bazena, budući da moraju da se ispune specifični tehnološki zahtevi. U ovoj situaciji, hidroizolacioni sloj se pozicionira ispod pločica i mora da poseduje sledeće karakteristike:

- mora da obezbedi efikasnu hidroizolaciju
- mora da bude dovoljno elastičan
- mora da bude dugotrajan
- mora da se snažno vezuje za podlogu i da odoleva mogućoj pojavi negativnog pritiska

Postavljanje hidroizolacije na vertikalnim i horizontalnim površinama vrši se proizvodom *Sika Lastic*. Ovaj tip izolacije se nanosi premazivanjem (slika 6.) i obezbeđuje neophodnu elastičnost. Nanošenje se vrši u dva sloja, stim da vremenski razmak između prvog i drugog sloja treba da bude minimum 8 sati. Površina na koju se nanosi mora biti zdrava i čvrsta.



Slika 6. Nanošenje hidroizolacije *Sika Lastic* na betonske površine

Pored hidroizolacije samih zidova i dna bazena, treba obratiti posebnu pažnju na uglove i svaki spoj zidova. Na mestima uglova i spojeva postavljaju se *Sika dilatacione trake*, koje su elastične i mogu da prate eventualna nejednaka pomeranja.

Sika dilataciona traka je vodonepropusna. U ovu grupu radova spadaju i *Sika waterbar trake*, kao i ekspanzirajući *sika swel* koje smo ranije spominjali kod betonskih radova.

Na slici 6. se vide sva tri tipa primenjene izolacije tipa *Sika* na bazenskoj konstrukciji:

- **waterbar traka** za spoj ploča-zid
- **sika swel** za zaptivanje otvora
- **sika lastic** za hidroizolaciju unutrašnjih strana zidova i ploče

3.3. Keramičarski radovi

Nakon vezivanja hidroizolacionog premaza postavlja se keramika. Postavljanje se vrši sa fleksibilnim lepkom koji je predviđen za stalni kontakt sa vodom. Ne sme se zaboraviti da će ove pločice biti konstantno izložene vodi, te kod izbora keramike to treba imati na umu. Za bazene se koriste specijalne keramičke pločice koje mogu dugotrajno biti izložene dejstvu vode, kao i hemijskim dodacima koji se nalaze u vodi da bi se očuvao njen kvalitet.

Česta je izrada i staklenog mozaika koji zahteva dosta vremena, ali je konačni izgled bazena mnogo lepši. Sama izrada mozaika je skuplja od keramičkih pločica jer zahteva stručnog keramičara i veći vremenski period izrade. Prednost mozaika bi se mogla dati u jednostavnom postavljanju kod bazena nepravilnog oblika, čime se izbegavaju fazonski komadi koji su potrebni kod klasične keramike.

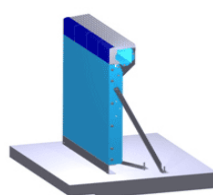
3.4. BAZENI TIP MYRTHA POOL

Ovaj tip bazena se formira od nerđajućih čeličnih panela koji formiraju zid bazena i takođe nerđajuće podkonstrukcije koja prihvata panele. Myrtha bazeni se mogu izvoditi kako na tlu (ukopani ili nadzemni) tako i na stubovima. Ograničenja u pogledu oblika nema, izvode se svih dubina, oblika i dimenzija.

Da bi se formirala konstrukcija bazena neophodna je kvalitetna podloga koja će prihvatiti, kako opterećenje od same konstrukcije, tako i opterećenje od vode. Najbolja podloga je armirani beton, jer je najlakše i najbolje u njega "usidriti" podkonstrukciju bazena. Pre betoniranja podloge potrebno je ugraditi svu neophodnu opremu koja se nalazi u podu (slika 7.). Nakon izbetonirane podloge pristupa se montaži podkonstrukcije i konstrukcije bazena.

3.5. Bazenski okvir – podkonstrukcija

Podkonstrukcija koja opisuje oblik bazena (slika 8.), sastoji se od čvrsto spojenih čeličnih profila, koji deluju kao noseća konstrukcija za Myrtha zidni panel. Čelični profili su usidreni – pričvršćeni za betonsku podlogu.



Slika 8. Konstrukcija zidnih panela tipa Myrtha pool

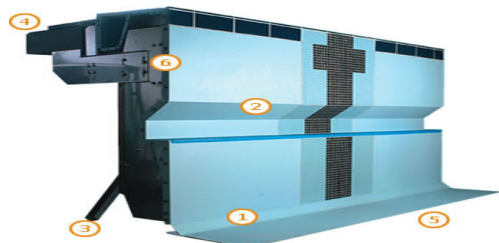
Krutost konstrukcije dobija se korišćenjem velikog broja ankera koji su fiksirani u betonskoj podlozi. Na ankere se nadovezuje podkonstrukcija pomoću specijalnih zavrtnjeva, pa je pomoću navoja moguće milimetarsko podešavanje položaja elemenata.

3.6. Formiranje zidova

Zidovi bazena se formiraju upotrebom nerđajućih čeličnih panela bazena (slika 9.). Paneli su fabrički već obloženi sa zavarenim slojem čvrstog PVC-a.

Korišćenjem savremenih čelika izbegnuto je zavarivanje koji bi upotrebom običnog čelika bilo neophodno zbog nepravilnog oblika zida, tako da ne postoje potencijalna mesta korozije. Upotrebom nerđajućeg čelika za strukturne komponente i upotrebom PVC-a za

hidroizolaciju, znači da postoji minimalni rizik od korozije i curenja vode nakon izgradnje. Paneli se pričvršćuju na krutu podkonstrukciju zavrtnjevima.



Slika 9. Detalj zidnog panela sa prelivnim kanalom i podkonstrukcijom

3.7. Prelivni kanal

Myrtha prelivni kanal je napravljen od istog materijala koji se koristi za zidne panele i može da se izrađuje u različitim varijantama u zavisnosti od tipa i namene bazena.

Elementi prelivnog kanala se isporučuju u dizajnu koji ograničava isparavanje hemikalija i smanjuje buku vode koja nastaje od pada vode. Rešetka preko kanala je dizajnirana da zadovolji najstrože antiklizne kriterijume i da prihvati propisana opterećenja. Postavljanje je izuzetno lako, zavrtnjevima se pričvršćuje za zidni panel i za podkonstrukciju.

3.8. Hidroizolacija

Da bi se stvorila kompaktna struktura između pojedinačnih zidnih panela i PVC hidroizolacije koja je fabrički naneta koristi se specijalna PVC tečnost, tzv. lajner koji prodire u spojeve između panela, što garantuje savršeno i dugotrajno zaptivanje.

Kada je lajner nanet, posle kratkog vremena dolazi do njegovog očvrćavanja i dobija se izuzetno otporna i vizuelno uniformna površina panela. Lajner sa takođe nanosi na površinu betonskog poda i spaja sa vertikalnom hidroizolacijom zidova.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu podataka dobijenih iz analize radnih brigada za primenjene metode građenja bazena, dinamičkih planova i cena radne snage, mehanizacije i materijala izvršena je analiza koštanja svake od dve opisane metode, kao i analiza dužine trajanja radova u danima. Rezultati analize prikazani su grafički, na grafikonu br. 1. je iskazana cena koštanja konstrukcije, a na grafikonu br. 2. je iskazano potrebno vreme za izradu bazenske konstrukcije.



Grafikon 1.

Kao optimalna metoda usvojena je tehnika izrade konstrukcije po metodi *Myrtha pool*, koja je i u pogledu troškova i u pogledu dužine trajanja izvođenja radova dala bolje rezultate.



Grafikon 2.

Ukupna dužina trajanja radova ovom metodom je 70 dana, dok je za primenu metode armiranobetonske konstrukcije potrebno 71 dan. U pogledu cene takođe je u prednosti metoda *Myrtha pool*, nad armiranobetonskom konstrukcijom, a ta razlika iznosi 20%.

Tabela 1

	AB konstrukcija	Myrtha Pool konstrukcija
Ukupni procenjeni troškovi (€)	190.120,29	158.655,25
Potrebno vreme za izradu (dana)	71	70
Sopstvena težina konstrukcije (tona)	2.194	1.863

Daleko manja težina objekta primenom *Myrtha Pool* bazena, direktno utiče na dimenzije nosivih elemenata i količinu armature u njima, počev od temelja, preko stubova i greda, pa sve do smanjenja seizmičkih uticaja zbog manje mase objekta.

Ove prednosti se mogu objasniti time što je izvođenje konstrukcije armiranim betonom duže upravo zbog njegovih karakteristika (neophodnost oplata, armiranje, betoniranje, kao i proces očvrćavanja betona koji zahteva određeno vreme), dok je sa druge konstrukcija *Myrtha pool* klasična montažna gradnja, gde se na gradilište dovoze gotovi elementi koji su ranije pripremljeni i time se stvara ušteda u vremenu gradnje. Takođe gotovi montažni elementi smanjuju potreban broj angažovanih radnika, što direktno dovodi do smanjenja ukupne cene izgradnje objekta.

5. LITERATURA

- [1] Arizanović, D.: Tehnologija građevinskih radova, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1997.
- [2] Perkins, P.: Swimming Pools, London, 2003.
- [3] Interni cenovnik materijala i radne snage: Budućnost a.d., Novi Sad, 2010.
- [4] Normativi i standardi rada u građevinarstvu: Građevinska knjiga, Beograd, 2004.
- [5] <http://www.sika.rs>, 2010.
- [6] Trbojević, B.: Organizacija građevinskih radova, Naučna knjiga, Beograd, 1992.
- [7] Trivunić, M., Matijević Z.: Tehnologija i organizacija građenja – praktikum, Novi Sad, 2004.

Kratka biografija:



Saša Maksimović rođen je u Kuli 1979. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - Organizacija i tehnologija građenja odbranio je 2010.god.

PROCENA STANJA I PROJEKAT SANACIJE LUČNOG AB MOSTA NA KANALU DUNAV – TISA – DUNAV KOD OBROVCA**ASSESSMENT AND REPAIR PROJECT OF CONCRETE ARCHED BRIDGE OVER DANUBE-TISA-DANUBE CHANNEL NEAR OBROVAC**Nikola Garovnikov, Vlastimir Radonjanin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad se sastoji od teorijskog i stručnog dela. U teorijskom delu prikazan je istorijski razvoj lučnih mostova, tehnologije izvođenja, načela oblikovanja, konstruktivni detalji, kao i statički proračun lučnih betonskih mostova. U stručnom delu rada dat je prikaz procene stanja i projekat sanacije betonskog lučnog mosta na kanalu Dunav – Tisa – Dunav kod Obrovca.

Abstract – The paper consists of theoretical and professional/specialistic part. In the theoretical part, historical development of arched bridges, constructive methods, design principles, constructive details, as well as static calculations, are presented. In the professional part assessment and repair project of concrete arched bridge over Danube-Tisa-Danube channel near Obrovac, is given.

Ključne reči: Procena, Sanacija, Lučni AB most

1. UVOD

Ovaj diplomski – master rad je pisan na taj način da zaokružuje priču o betonskim lučnim mostovima. Kroz teorijski deo detaljno je predstavljen razvitak ljudske misli u ovom stvaralačkom pravcu, počevši sa prirodnim prelazima, preko prvih primitivnih mostova, pa sve kroz istoriju, kako bismo stigli i do savremenih lučnih mostovskih konstrukcija. Stručni deo diplomskog – master rada sintetiše sva znanja iz teorijskog dela i praktično primenjuje na realnoj konstrukciji, dajući novi pogled na temu. Dotična konstrukcija je Most na kanalu Dunav – Tisa – Dunav, kod Obrovca. Objekat je u eksploataciji već par decenija i pretrpeo je određen broj oštećenja. Time je veoma zgodan za primenu teorijskih znanja pri analizi i sanaciji.

2. TEORIJSKI DEO DIPLOMSKOG – MASTER RADA**2.1. Lučni mostovi**

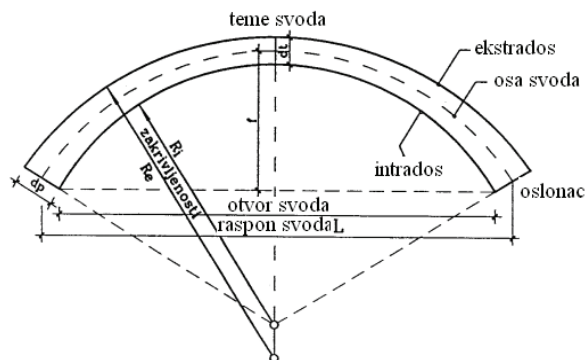
Ukoliko gredu zakrivimo u konveksan oblik, formirajući tako luk ili svod, u njoj nastaje sila pritiska, kojoj se odupiru vertikalne i horizontalne reakcije na osloncima. Oblikovanjem lučnog nosača postiže se prenos spoljašnjeg vertikalnog opterećenja pretežno silom pritiska.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Vlastimir Radonjanin.

Momenti savijanja se smanjuju, a u idealnom slučaju čak iščezavaju.

Deo svoda uz oslonce naziva se nosač svoda, dok je njegov predeo oko najviše tačke teme svoda. Visinska razlika između nosača i temena svoda naziva se strela svoda (slika 1). Intrados je linija donjeg ruba svoda, dok je ekstrados linija gornjeg ruba svoda. Raspon svoda (L) je horizontalni razmak središta ležajnih ploča, dok je otvor svoda horizontalni razmak između tačaka intradosa. Bitan parametar kod analize svodova je stinjenost, predstavljena odnosom strele prema rasponu (f/L).



Slika 1. Karakteristični delovi svoda

2.2. Prvi svodovi

Istorijski razvitak lučnih mostova vredan je prikaza jer se radi o jednom od najstarijih sistema za savladavanje većih raspona. Kao što je prvi zaklon čovek potražio u prirodi – pećinama, tako su i prvi mostovi bili prirodni prelazi, kakve i danas nalazimo širom sveta (Slika 2).



Slika 2. Prvi svodovi su iz prirode

Vremenom su ljudi kopirali prirodu i pokušavali da dokuče principe izgradnje, kako bi danas bili u stanju da projektuju i izvedu moderne mostove (Slika 3).

2.2. Moderni mostovi

U današnje vreme postoji veliki broj mogućnosti i načina izvođenja mostova. Može se čak reći da se metodologije izvođenja mostova razlikuju od geografske regije do geografske regije. Međutim, savremeni principi izgradnje su svugde isti.



Slika 3. Izgled jednog modernog mosta

3. STRUČNI DEO DIPLOMSKOG – MASTER – RADA

3.1 Procena stanja i projekat sanacije lučnog mosta na kanalu Dunav – Tisa – Dunav kod Obrovca

3.1.1 Opšti podaci o mostu

Most je izgrađen prema glavnom projektu lučnog mosta preko kanala DTD (deonica Bač – Bački Petrovac) na mestu ukrštanja sa seoskim putem Tovariševo – Selenča (Slika 4). Ovaj projekat je iz 1964 godine, a uradio ga je projektni biro "Hidrozaod" iz Novog Sada. Odgovorni projektant je bio Ivan Tasić.



Slika 4. Izgled mosta

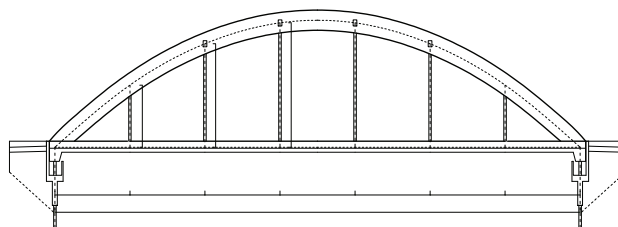
Budući da je most u eksploatacije više od četiri decenije, oštećenja, većeg ili manjeg intenziteta, počela su da se pojavljuju i time predstavljaju opasnost po nosivost, trajnost i upotrebljivost mosta.

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

- analiza raspoložive projektno-tehničke dokumentacije,
- detaljan vizuelni pregled konstrukcije mosta,
- kontrola dimenzija karakterističnih elemenata konstrukcije,
- in-situ ispitivanje kvaliteta betona (čvrstoća betona pri pritisku i dubina karbonizacije),
- ocena stanja konstrukcije mosta,
- kontrolni proračun mosta prema važećim propisima za opterećenje drumskih mostova,
- izrada projekta sanacije mosta.

3.1.2 Opis konstrukcije mosta

Drumski most preko kanala DTD kod Obrovca je statičkog sistema luk na dva zgloba sa zategom i sa obešenom kolovoznom pločom. Projektovana širina kolovoza je 5.00m, a pešačkih staza 2x0.85m. Ukupna dužina mosta, zajedno sa prelaznim pločama je 50.20m, a glavni raspon konstrukcije je 42.6m. Glavne kote su date na slici 5.



Slika 5. Glavne kote podužog preseka mosta

3.1.3 Vizuelni pregled

Obuhvaćeni su sledeći elementi mostovske konstrukcije:

- Oslonci i oporci,
- Kolovozna ploča,
- Vešaljke,
- Lukovi i
- Spreгови za vetar.

Detaljni pregled mosta je vršen neposredno, pomoću merdevina, a korišćeni su metar, krede, kljunasto merilo, dvogled, foto-aparat, čekić i klin. Za vađenje kernova korišćena je kernerica, a karbonizacija je proveravana kolorimetrijskim „Fenolftalein“ testom. Nepristupačni delovi donje strane mosta pregledani su sa obalskih strana kanala.

Vizuelnim pregledom konstrukcije ustanovljen je velik broj defekata, nastalih tokom izgradnje mosta, kao i velik broj oštećenja, nastalih u eksploataciji.

U zavisnosti od elemenata konstrukcije, primećeni su sledeći defekti:

- Tanak zaštitni sloj betona.
- Vidljiva armatura i uzengije.
- Ispucala površina betona.
- Betonska gnezda.
- Direktna izloženost ograde uticaju atmosferilija i
- Zone poroznog betona.

Registrovana su sledeća karakteristična oštećenja:

- Prsline i pukotine,
- Korozija uzengija i armature,
- Odvajanje i otpadanje delova betona,
- Biološka korozija,
- Slivnici zapunjeni blatom,
- Neadekvatna dilataciona razdelnica,
- Nedostatak asfalta na pešačkim pločama,
- Procurivanje vode u oslonački deo konstrukcije,
- Pukotine kroz pešačke staze,
- Delimično isprane spojnice između ivičnjaka,
- Nedostajući deo betonske kocke u središnjem delu kolovoza.

Na sledećim slikama prikazani su neki od karakterističnih defekata i oštećenja na mostovskoj konstrukciji.



Slika 6. Korozija podužne armature i uzengija (vešaljka)



Slika 7. Nedovoljan zaštitni sloj betona, korozija vidljive armature (donja strana kolovozne ploče)

3.1.4 Utvrđivanje kvaliteta ugrađenog betona

U cilju provere čvrstoće ugrađenog betona kao i njegovog kvaliteta i dubine karbonatizacije, izvršeno je vađenje kernova iz osnovnih elemenata konstrukcije mosta.

Prema standardu, izvađeno je 9 uzoraka, po 3 iz svakog elementa konstrukcije, odnosno po tri iz konzolnih delova kolovozne ploče, tri iz AB lukova i tri iz oslonačke

konstrukcije u osi B. Vađenja kernova ilustrovano je na slici 8.



Slika 8. Postupak vađenja kernova

Na osnovu analize dobijenih rezultata zaključeno je da je čvrstoća betona ugrađenog u elemente konstrukcije zadovoljavajuća, odnosno da beton ispunjava uslove za projektovanu MB.

3.1.5 Utvrđivanje stanja zaštitnog sloja betona

Izvađena betonska jezgra poslužila su i za određivanje stanja zaštitnog sloja betona merenjem dubine karbonatizovanog sloja betona. U ove svrhe korišćena je kolorimetrijska metoda – fenolftalein test. Ispitivanje je obavljeno odmah nakon bušenja – vađenja betonskog jezgra tretiranjem omotača jezgra fenolftaleinom. Izgled jednog ispitivanog kerna dat je na slici 9.



Slika 9. Određivanje karbonatizovanog sloja

Ispitivanje je pokazalo da proces karbonatizacije nije zahvatio zaštitni sloj, tako da beton u zaštitnom sloju ima visoku alkalnost i predstavlja dobru zaštitu armature od korozije.

3.1.6 Provera stanja armature i kablova za prednaprezanje u vešaljka

Radi utvrđivanja stanja kablova za prednaprezanje u vešaljka urađeno je "otvaranje" dvaju vešaljki ručnim i mašinskim štemovanjem. U obe vešaljke, na mestu otvaranja, konstatovana je metalna zaštitna cev Ø20mm od savijenog lima, kroz koju su provučene žice za

prednaprezanje. Pregledom iz neposredne blizine utvrđeno je da metalna cev nije korodirala, a pažljivim otvaranjem cevi utvrđeno je da su žice za prednaprezanje obavijene injekcionom masom. Međutim, podužna armatura u uglovima veđaljki je zahvaćena korozionim procesom, koji je izazvao i pojavu podužnih prslina i pukotina (slika 6).

3.1.7 Kontrola saglasnosti dimenzija izvedenih elemenata mosta sa projektovanim

Merenjem karakterističnih dimenzija na licu mesta konstatovano je da su elementi noseće konstrukcije mosta izvedeni prema projektnoj dokumentaciji.

3.1.8 Kontrolni proračun mosta

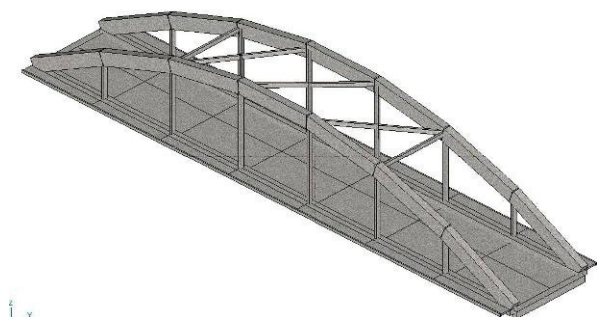
3.1.8.1 Kontrola nosivosti

Konstrukcija mosta je analizirana na uticaje opterećenja koja odgovaraju aktuelnoj tehničkoj regulativi o opterećenjima mostovskih konstrukcija i proračunata je i dimenzionisana u skladu sa važećim Pravilnikom za beton i armirani beton (PBAB/87).

Sledeći slučajevi opterećenja su uzeti u obzir pri analizi:

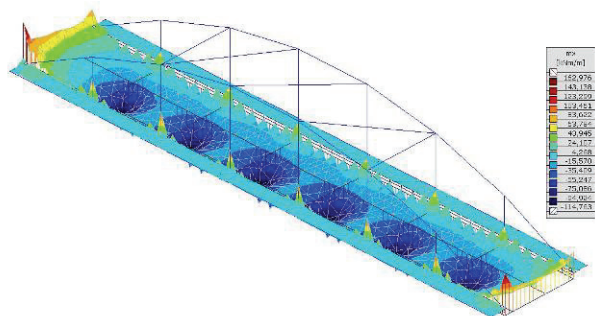
- Stalno opterećenje,
- Opterećenje silama prednaprezanja,
- Korisno opterećenje i
- Seizmičko opterećenje.

Uticaji u konstrukciji dobijeni su korišćenjem softvera za strukturalnu analizu AxisVM – 10, koji je baziran na primeni metode konačnih elemenata. Izgled modela mosta dat je na slici 10.

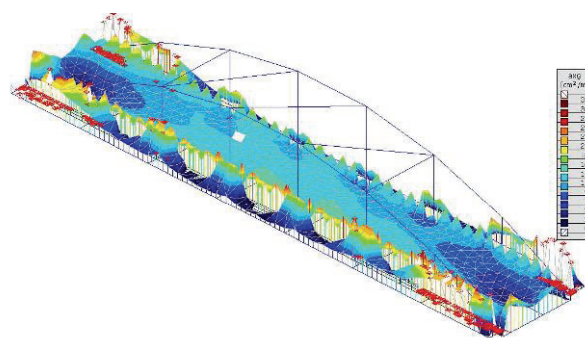


Slika 10. Izgled modela mosta

Sračunati su uticaji u konstrukciji, a potom je izvršeno dimenzionisanje elemenata. Primer karakterističnog dijagrama uticaja u ploči dat je na slici 11, dok je na slici 12 dat prikaz potrebne armature u ploči usvojene na osnovu sračunatih uticaja.



Slika 11. Uticaji m_x u ploči



Slika 12. Potrebna površina armature u gornjoj zoni za x-pravac

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize svih defekata i oštećenja, terenskih i laboratorijskih nalaza, kao i analize kontrolnog proračuna mosta, zaključeno je da je potrebno izvesti određeni broj sanacionih mera, kako bi eksploatacija mosta mogla bezbedno da se nastavi. Nosivost, stabilnost i funkcionalnost mosta nisu neposredno ugrožene, dok je trajnost pojedinih elemenata narušena. Predložene sanacione mere su neophodne kako bi produžile životni vek ove konstrukcije.

5. LITERATURA

- [1.] Radonjanin V. Malešev M., Skripte iz predmeta Procena stanja konstrukcija, Novi Sad 2010
- [2.] Polivanov, N.I.: Armiranobetonski gradski i drumski mostovi, Građevinska knjiga, Beograd 1959.
- [3.] Tonković, K.: Mostovi, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1981.

Kratka biografija:



Nikola Garovnikov rođen je u Novom Sadu 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Smer za procenu stanja i sanaciju objekata, odbranio je 2010. god.



Vlastimir Radonjanin rođen je u Skoplju 1957. god. Doktorirao je na Građevinskom fakultetu u Beogradu 2003 godine, a od 2008. god. je vanredni profesor na FTN. Uže oblasti profesionalnog rada su: procena stanja i sanacija betonskih konstrukcija, materijali u građevinarstvu, tehnologija betona i ispitivanje konstrukcija.

PROJEKAT FUNDIRANJA POSLOVNOG OBJEKTA U KRUŠEVCU

PROJECT OF THE FUNDING OF THE OFFICE BUILDING IN KRUSEVAC

Minja Sarić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su prikazana geomehnička ispitivanja tla za potrebe fundiranja poslovnog objekta u Kruševcu i proračun uticaja u konstrukciji. Modeliranje konstrukcije, statički i seizmički proračun, kao i dimenzionisanje linijskih elemenata i temeljne ploče vršeno je u programskom paketu Tower 6.0. Analizirani su uticaji u temeljnoj ploči za različite koeficijente modula reakcije tla. Takođe, vršeno je poređenje dobijenih rezultata za slučaj monolitne i dilatirane temeljne ploče.

Abstract – Results of geomechanical testing of soil, for foundation of office building in Krusevac, as well as calculations of influences in the object are presented in the Paper. Modeling of the structure, static and seismic analysis, and calculations of the line elements and base plates was carried out in the Tower 6.0 software package. Influences in the base plate for various coefficients of modulus of soil were analyzed. Finally, the results obtained for the case of monolithic and dilated base plate were compared.

Ključne reči: Skeletna konstrukcija, Fundiranje, Temeljna ploča, Modul reakcije tla, Dilatacione razdjelnice

1. UVOD

U okviru carinske ispostave Kruševac projektovan je poslovni objekat carine. Objekat je T-osnove, orijentacionih dimenzija 17.25x28.15 m. Spratnost objekta je Pr+3. No-seća konstrukcija objekta je monolitna armirano-betonska skeletna konstrukcija, koju čine grede i stubovi. Objekat je fundiran na AB temeljnoj ploči debljine 40 cm, koja je ojačana kontra gredama dimenzija 35x110 cm. Dubina fundiranja je $D_f = 1.1$ m.

2. GEOMEHANIČKA ISPITIVANJA TLA

Geomehnički elaborat predstavlja podlogu za projektovanje objekta u kome je data analiza uslova temeljenja objekta, izvedeni geostatički proračuni dozvoljenog opterećenja i slijeganja objekta.

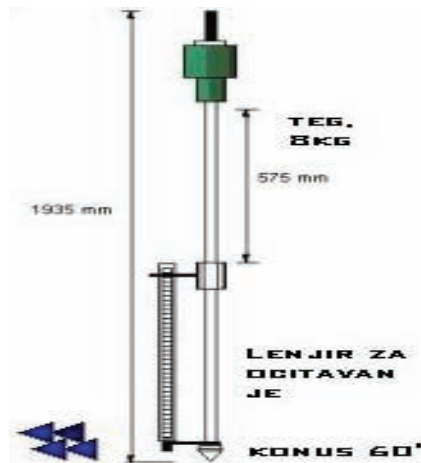
U cilju definisanja sastava i svojstava temeljnog tla, parametara fizičko-mehaničkih svojstava stijenskih masa zastupljenih na mikrolakaciji budućeg objekta, izvedena su terenska istraživanja i laboratorijska ispitivanja na uzorcima tla.

NAPOMENA:

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

Izvedene su tri istražne bušotine IB-1,2,3, ukupne dubine 24 m, tri istražne jame IJ-1,2,3, i uzeto je ukupno 13 uzoraka za laboratorijska ispitivanja. Terenski istražni radovi sastojali su se od:

- rekognosciranja terena;
- istražnog bušenja i iskopa istražnih jama;
- terenskog opita CBR (dinamički konusni penetrometar), (slika 1) i
- opita statičke penetracije.



Slika 1. Dinamički konusni penetrometar

Laboratorijska geomehnička ispitivanja urađena su na poremećenim i neporemećenim uzorcima tla uzetih iz istražnih jama IJ-1, IJ-2 i IJ-3 i to iz svakog sloja tla. Ovi istražni radovi sastojali su se od:

- opita identifikacije i klasifikacije tla
- opita direktnog smicanja i
- opita stišljivosti.

Ispitivanjem su utvrđeni sledeći litološki članovi:

- Humus - površinski sloj, debljine do 2 m, heterogenog sastava.
- Prašina - glinovita, žuto-braon boje, debljina sloja je od 2 do 3 m.
- Pijesak (prašinst) - sive, do sivo-plave boje, debljina sloja je od 1.5 do 2.2 m.
- Šljunak (pijeskovit) – srednjezrn, zaglinjen, debljina sloja nije istražena jer se istražni radovi završavaju u ovom sloju.

Veličina graničnog i dozvoljenog opterećenja računata je prema metodi Terzaghi-a, prema formulama (1) i (2):

Granično opterećenje je:

$$q_f = \left(1 + 0.3 \cdot \frac{B}{L}\right) \cdot c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \quad (1)$$

Dozvoljena nosivost je:

$$q_a = \frac{q_f}{F_s} \quad (2)$$

Proračun sijeleganja tla je urađen po Steinbrener-ovoj metodi [1] za plitko fundiranje prema formuli (3). Rezultati proračuna su dati u tabeli 1.

$$s = \frac{\sigma_z}{M_v} \cdot h \quad (3)$$

Tabela 1. Slijeganje temelja

Naziv objekta	Tip temelja	Dimezija temelja BxL	Ukupno slijeganje temelja (cm)
Poslovni objekat	Temeljna ploča	16.75x28	5.5

3. ANALIZA OPTEREĆENJA I STATIČKI UTICAJI U KONSTRUKCIJI

Prema važećim standardima analizirana su opterećenja koja djeluju na konstrukciju i mogu se klasifikovati u tri grupe:

1. Stalno opterećenje čine sopstvene težine nosećih elemenata (grede, stubovi, tavanice) i težine nenosećih elemenata (krovne obloge, podovi, zidovi ispune) i dr. (JUS U.C7.123/1988)
2. Povremeno opterećenje:
 - Korisno opterećenje je u funkciji namjene objekta. (JUS U.C7.121/1988)
 - Opterećenje snijegom iznosi 0,75kN/m² osnove krova. (Sl. List SFRJ 61/48)
 - Opterećenje vjetrom za objekat koji spada u kategoriju niske krute zgrade. (JUS U.C7. 110-112)
3. Seizmičko opterećenje je sračunato metodom ekvivalentnog statičkog opterećenja. (Službeni List SFRJ 31/81, 49/82, 29/83, 21/88 i 52/90)

Opterećenje od sopstvene težine je uvršćeno u proračun pomoću opcije programa Tower 6.0 [5] da sam generiše sopstvenu težinu pojedinih elemenata konstrukcije. Na grede ramova aplicirano je dodatno stalno linijsko opterećenje od sekundarnih elemenata konstrukcije.

Korisno opterećenje je modelirano kao površinsko opterećenje, a zatim je konvertovano u linijsko opterećenje i sa ploča aplicirano na grede rama upravne na pravac nošenja odgovarajuće ploče.

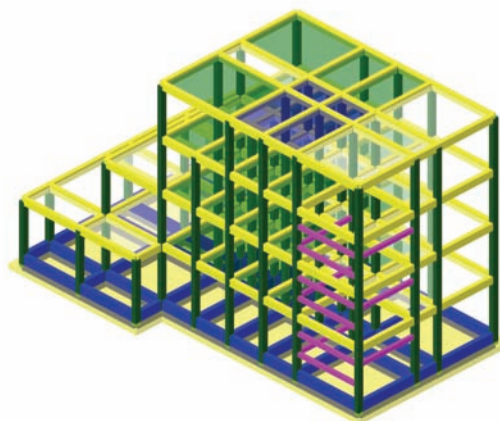
Opterećenje od snijega je modelirano kao površinsko opterećenje krovne ploče, a zatim konverovano na grede kao i korisno opterećenje.

Opterećenje od vjetra je modelirano kao linijsko opterećenje koje djeluje duž stubova upravno na njih.

Seizmičko opterećenje na konstrukciju djeluje u pravcu x i y ose. U programu Tower je izvršeno generisanje ovog opterećenja na osnovu unijetih podataka (seizmička zona, kategorija tla, kategorija i vrsta konstrukcije i periodi osilovanja dodijeljeni odgovarajućim pravcima).

Konstrukcija je modelirana u programskom paketu Tower 6.0 [5], (slika 2). Za formiranje površinskih elemenata (temeljna ploča, međuspratne tavanice) korišćeni su konačni elementi dimezija 50x50 cm. U prostornom modelu tlo je zamjenjeno elastičnim oprugama

postavljenim ispod temeljne ploče [1]. Koeficijent posteljice je 10.000 kN/m³.



Slika 2. Prostorni model konstrukcije

Statički i dinamički proračuni su sprovedeni na prostornom modelu u programu Tower.

Prilikom dimenzionisanja elemenata konstrukcije usvojena je marka betona MB 30, a kao podužna i poprečna armatura RA 400/500. Svi elementi konstrukcije dimenzionisani su prema Pravilniku za beton i armirani beton iz 1987. godine [3, 4]. Grede su dimenzionisane kao jednostruko ili dvostruko armirane, a stubovi su dimenzionisani na koso savijanje.

Dimenzionisanje temeljne ploče je vršeno za mjerodavnu kombinaciju opterećenja, a to je stalno i korisno opterećenje.

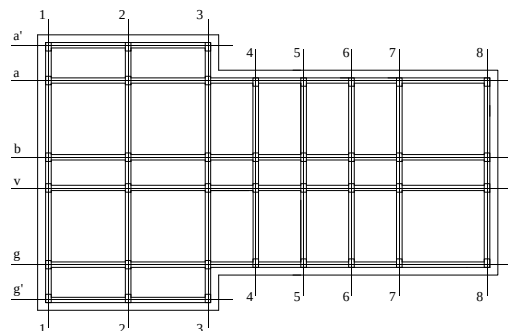
4. USLOVI FUNDIRANJA I ANALIZA UTICAJA U TEMELJNOJ PLOČI

Na bazi geomehanskog elaboata je utvrđeno da je tlo ispod objekta do dubine 1.1 m nepovoljno za fundiranje objekta [2]. Pecizirana je dubina fundiranja D_f = 1.1 m.

Da bi se utvrdila zavisnost slijeganja i uopšte statičkih uticaja u temeljnoj ploči od modula reakcije tla, varirana je njegova vrijednost pri modeliranju površinskog oslonca temeljne ploče. Varirane vrijednosti modula reakcije su:

- k=10 MN/m³,
- k=15 MN/m³,
- k=20 MN/m³ i
- k=30 MN/m³.

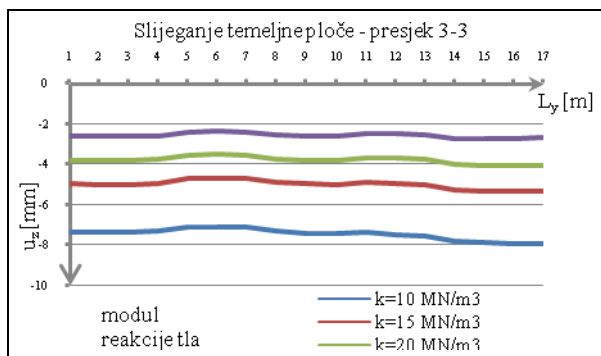
Za analizu i interpretaciju rezultata, posmatrana su dva ortogonalna presjeka u temeljnoj ploči (u x i y pravcu) i to presjeci u osama b-b i 3-3 (slika 3).



Slika 3. Dispozicija temelja

4.1. Variranje vrijednosti modula reakcije tla na cijeloj površini površinskog oslonca

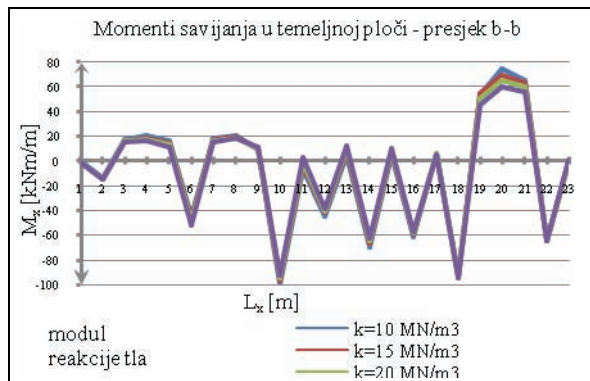
Na slici 4. su prikazane vrijednosti slijeganja temeljne ploče u presjeku 3-3 uslijed stalnog opterećenja, za vrijednosti modula reakcije tla: 10 MN/m^3 , 15 MN/m^3 , 20 MN/m^3 i 30 MN/m^3 .



Slika 4. Grafički prikaz slijeganja za presjek 3-3, stalno opterećenje

Sa gornjeg grafika se može zaključiti da se vrijednosti slijeganja temeljne ploče u presjeku 3-3 uslijed stalnog opterećenja smanjuju sa povećanjem vrijednosti modula reakcije tla (koeficijenta posteljice tla).

Analizirani su i momenti savijanja i transverzalne sile u presjecima b-b i 3-3. Variranjem modula reakcije tla njihove vrijednosti ostaju konstantne i ujednačene, tj. modul reakcije tla u ovom slučaju ne utiče na momente savijanja i transverzalne sile u temeljnoj ploči, što se vidi na slici 5.



Slika 5. Grafički prikaz momenata savijanja za presjek b-b, stalno i korisno opterećenje

4.2. Variranje vrijednosti modula reakcije tla na pojedinim dijelovima površinskog oslonca

Modelirani objekt je u osnovi T-oblika i po visini su spratovi kaskadno raspoređeni, što može da uzrokuje različita slijeganja ispod površine objekta. Iz tog razloga je površinski oslonac temeljne ploče u programu Tower podjeljen na dva dijela:

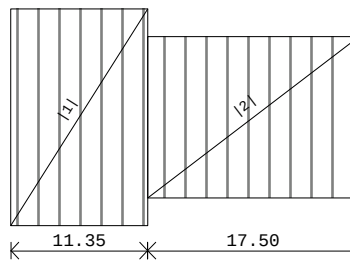
1. lijevi - dio sa manje etaža, čiji je modul reakcije k_1 i
2. desni - dio sa više etaža, čiji je modul reakcije tla k_2 , (slika 6).

Razmatrana su tri slučaja:

- $k_1=10 \text{ MN/m}^3$, $k_2=10 \text{ MN/m}^3$;
- $k_1=10 \text{ MN/m}^3$, $k_2=20 \text{ MN/m}^3$ i
- $k_1=20 \text{ MN/m}^3$, $k_2=10 \text{ MN/m}^3$.

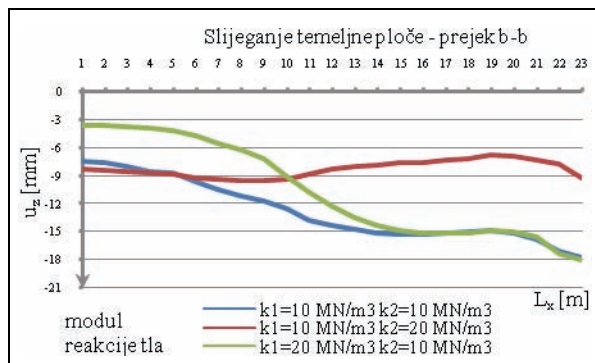
U ovoj analizi su sračunati, sistematizovani i grafički predstavljeni slijedeći uticaji u temeljnoj ploči:

- slijeganje (u_z);
- momenti savijanja u x i y pravcu (M_x , M_y);
- transverzalne sile (T_x , T_y).



Slika 6. Dispozicija površinskog oslonca temeljne ploče

Na slici 7 tačka 10 predstavlja graničnu tačku između lijevog i desnog dijela površinskog oslonca. Stoga je zanimljivo posmatrati promjenu u vrijednostima slijeganja temeljne ploče u okolini ove tačke. U presjeku b-b temeljne ploče gdje se koeficijent krutosti površinskog oslonca povećava, vrijednosti slijeganja se smanjuju proporcionalno ovom povećanju. Primjetno je smanjenje vrijednosti slijeganja i u tačkama presjeka čiji modul reakcije tla nije smanjen, ali su ove promjene sve manje u tačkama koje su bliže krajevima presjeka b-b.



Slika 7. Grafički prikaz slijeganja za presjek b-b, stalno i korisno opterećenje

Analiza je urađena i za momente savijanja i transverzalne sile u presjecima b-b i 3-3 temeljne ploče. Utvrđeno je da se variranjem vrijednosti modula reakcije tla na ovaj način utiče samo na promjenu vrijednosti statičkih uticaja na lijevom dijelu temeljne ploče, tj. na dijelu temeljne ploče iznad koje se nalazi manje etaža.

4.3. Poređenje rezultata za slučaj monolitne i dilatirane temeljne ploče

U ovom radu je vršeno poređenje slijeganja i statičkih uticaja u temeljnoj ploči za tri konstruktivna modela datog objekta.

I model:

Konstrukcija nije dilatirana i predstavlja jednu cijelinu.

II model:

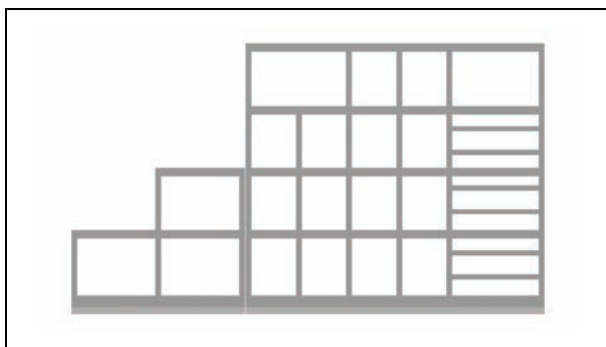
Konstrukcija je dilatirana dupliranjem linijskih elemenata poprečnog rama 3-3 (greda i stubova) bez dilatiranja temeljne ploče.

III model:

Konstrukcija je dilatirana cijelom visinom, zajedno sa temeljnom pločom i predstavlja dvije potpuno nezavisne cjeline, (slika 8).

Dilatazione razdjelnice se izvode zbog:

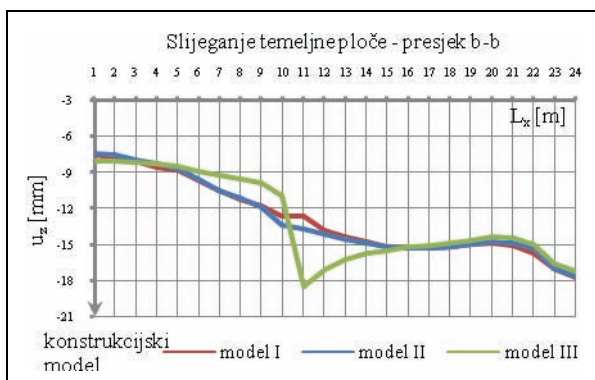
- nejednakog sleganja tla ispod konstrukcije,
- seizmičkih dejstava,
- temperaturnih uticaja velikog intenziteta i
- skupljanja betona.



Slika 8. Podužni ram dilatirane konstrukcije

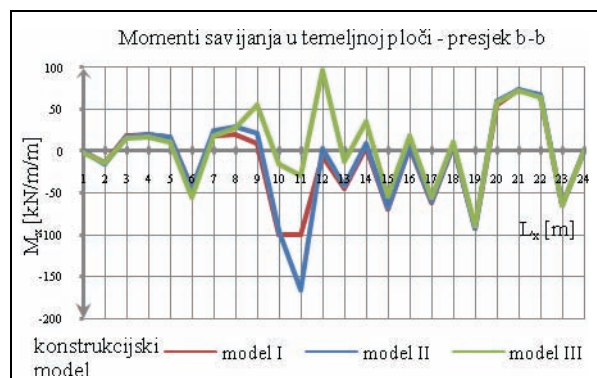
Analizirano je slijeganje u podužnom presjeku b-b i za kombinaciju stalnog i korisnog opterećenja. Rezultati su predstavljeni grafički na slici 9. Uočljivo je da se za prva dva konstruktivna modela vrijednosti slijeganja poklapaju, osim na mjestu same dilatacione razdjelnice (tačke 10 i 11 na slici 9) gdje je slijeganje dilatirane konstrukcije veće. Ovo je posljedica veće sopstvene težine dilatirane konstrukcije u odnosu na monolitnu.

Treći model je karakterističan po tome što je konstrukcija dilatirana cijelom visinom zajedno sa temeljnom pločom i predstavlja dvije nezavisne konstrukcije. Vrijednosti slijeganja u presjeku b-b za stalno opterećenja se značajno mijenjaju lijevo i desno od dilatacione razdjelnice. Na slici 9 se vidi da slijeganja postaju približno ujednačena za svaku ploču posebno. Iz ovog je očigledno da lijevi dio konstrukcije radi nezavisno od desnog što dokazuje da je model i fizički razdvojen na dvije nezavisne cjeline



Slika 9. Grafički prikaz slijeganja za presjek b-b, stalno i korisno opterećenje

Promjene u vrijednostima momenata savijanja temeljne ploče su značajne na mjestu dilatacione razdjelnice (tačke 10 i 11 na slici 10), kao i u prvim poljima lijevo i desno od nje, dok se prema krajevima presjeka b-b odstupanja u vrijednostima smanjuju i izjednačavaju se dijagrami momenata savijanja za sva tri konstrukcijska modela. Sa slike 10 se vidi da za prva dva modela momenti savijanja zatežu donju stranu temeljne ploče. Vrijednosti momenata savijanja za potpuno dilatiranu konstrukciju su drugačije i očekivano su manje na mjestu dilatiranja konstrukcije.



Slika 10. Grafički prikaz momenata savijanja za presjek b-b, stalno i korisno opterećenje

5. ZAKLJUČAK

Geomehanička ispitivanja terena izvedena su radi određivanja karakteristika tla na kome se fundira objekat. Analizom uticaja u temeljnoj ploči za različite vrijednosti modula elastičnosti tla došlo se do zaključka da se slijeganja temeljne ploče smanjuju sa povećanjem vrijednosti modula reakcije tla.

Vršena je analiza i poređenje uticaja u temeljnoj ploči za slučaj dilatiranja konstrukcije i temeljne ploče. Razmatrana su tri konstruktivna modela:

I model – nedilatirana konstrukcija,

II model – dilatirana konstrukcij, ali ne i temeljna ploča,

III model – potpuno dilatirana konstrukcija

Došlo se do zaključka da je prvi konstruktivni model najpovoljniji sa gledišta utroška materijala i manji su uticaji u temeljnoj ploči u odnosu na drugi model. Prednost trećeg konstruktivnog modela je smanjenje uticaja izazvanih nejednakim slijeganjima dijelova objekata, kao i zbog seimičkih dejstava.

6. LITERATURA

- [1] Stevan Stevanović, Fundiranje 1, Naučna knjiga, Beograd, 1982.
- [2] Dušan Milović, Mitar Đogo, Problemi interakcije temelj-tlo-konstrukcija, Novi Sad, 2009.
- [3] Beton i armirani beton prema BAB87 – Osnove proračuna i konstruisanja, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [4] Beton i armirani beton prema BAB87 – Primeri i prilozi, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [5] TOWER – 3D MODEL BUILDER 6
www.radimpex.rs

Kratka biografija:



Minja Sarić rođena je u Konjicu 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Građevinarstvo – Fundiranje objekta odbranila je 2010.god.

UPOREDNA ANALIZA USLOVA UGOVARANJA I NAČINA NAPLATE PREMA FIDIC-U I U NAŠOJ PRAKSI

COMPARATIVE ANALYSIS OF CONTRACT CONDITIONS AND PAYMENTS ACCORDING TO FIDIC AND THE CONTRACTS MADE IN OUR PRACTICE

Bojan Đurić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada jeste uporedna analiza uslova ugovaranja i načina naplate prema FIDIC-u i u našoj praksi. U radu je prikazan FIDIC, analiziran način pisanja ugovora prema FIDIC-u i ugovora pisanih prema našoj praksi. Nakon uporedne analize uslova ugovaranja prikazan je i način naplate u oba sistema.

Abstract – The subject of this diploma paper is a comparative analysis of contract conditions and methods of payments according of FIDIC and also to analyze the contracts made in our practice. After that, I will compare them and finally review the mode of payment in both systems.

Ključne reči: FIDIC, naplata, ugovori

1. UVOD

Cilj rada jeste da se uporednom analizom uslova ugovaranja i načina naplate prema FIDIC-u i našoj praksi otkrije efikasniji (bolji) način ugovaranja. Analiza je bazirana na ugovorima i njihovom sadržaju, prikazu FIDIC-a, razvoju, tendencijama, načinu ugovaranja i naplate, kao i načinu ugovaranja i naplate u našoj praksi.

Uvodni dio rada sadrži informacije o ugovorima (šta je ugovor i šta mora da sadrži), FIDIC-u i uzansama o građenju. Nakon toga su analizirana aktuelna izdanja FIDIC-a, priložena dva primjera ugovora, ugovor iz naše prakse i primjer ugovora prema FIDIC-u. Rezultati uporedne analize tabelarno su prikazani u zaključku.

1.2 Ugovor

Ugovor je hijerarhijski najznačajniji dokumenat i trebalo bi precizno da definiše kompletan proces, od potpisivanja, do okončanja ugovora, sa jasno definisanim odnosima i obavezama ugovornih strana.

Ugovor o građenju mora biti zaključen u pismenoj formi.

Ugovor je pravna forma međusobnih obaveza koje su dogovorile ugovorne strane. Obično jedna strana prima robu ili uslugu, a druga strana novac kao naknadu

za izvršeno. Može biti usmeni ili u pisanom obliku. Ugovor o građenju mora biti u pisanom obliku. Mora sadržavati bitne elemente, bez kojih je ugovor ništavan.

1.3 FIDIC

U cilju određivanja kodeksa ponašanja i poslovanja inženjera konsultanata širom sveta, nastao je FIDIC. Akronim **FIDIC** (u originalu na francuskom jeziku: "Fédération Internationale Des Ingénieurs-Conseils") znači: **Međunarodna federacija inženjera konsultanata**. Činjenica da federacija nosi naziv na francuskom jeziku svjedoči o njenom nastanku, odnosno o osnivanju od strane tri isključivo frankofne države: Belgije, Francuske i Švajcarske. Federacija je osnovana 1913. godine i nalazi se u Ženevi u Švajcarskoj. Predstavlja industriju inženjera konsultanata u svetu, tako što promoviše poslovne interese preduzeća koja obezbeđuju intelektualne usluge zasnovane na tehnologiji za potrebe projekata izgradnje i prirodnog okruženja uopšte.

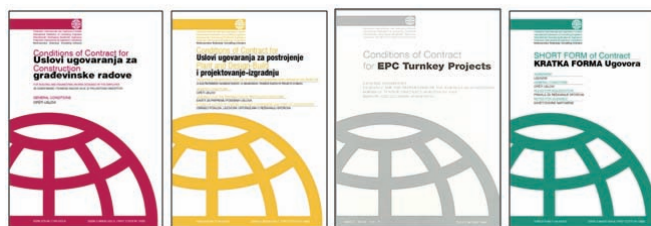
1.2 Posebne uzanse o građenju

Posebne uzanse o građenju na adekvatan način određuju proceduru ponašanja svih učesnika u realizaciji investicionih projekata. Posebnim uzansama o građenju uređuju se odnosi između ugovarača - naručioca i izvođača radova u poslovima izvođenja radova na građevinskim objektima. Ovaj savezni propis još uvek važi, budući da ni jednim aktuelnim zakonskim aktom nije stavljen van snage. Smatra se da su ugovarači pristali na primjenu uzansi prilikom građenja objekta, ukoliko ove uzanse ugovorom o izvođenju radova i opremanju objekta nisu u cjelini ili djelimično isključene.

Uzanse (latinski: *usus* - upotreba, običaj, navika; francuski: *usage* - običaj koji je u trgovini usvojen kao zakon; ono što je uobičajeno u trgovačkom poslovanju).

2. RAZLIČITI TIPOVI FIDIC UGOVORA

Krajem 1999. godine izdata su četiri nova tipa FIDIC-ovih uslova ugovora, *Slika 1*.



Slika 1. Izgled aktuelnih FIDIC-ovih izdanja **Crvena Knjiga** (Conditions of Contract for Construction for Building and Engineering Works):

- Naručilac obezbeđuje cijeli ili skoro cijeli projekat
- Moguće je da izvođač dio nečega isprojektuje

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je prof. dr. Milan Trivunić.

- Plaćanja na osnovu izmjerenih količina i jedinih cijena
- Vrijednosti ugovora su preko 500 000 US\$
- Inženjer upravlja ugovorom (administrira) nadgleda radove i ovjerava sva plaćanja
- Procedura rješavanja sporova je: DAB----> amicable settlement ----> arbitration

Žuta Knjiga (*Conditions of Contract of Plant and Design-Build*):

- Za elektro, mašinske i građevinske radove po projektu Izvođača,
- Dio projektovanja od strane Investitora (sadržano u Zahtjevima investitora),
- Za elektro i mašinska postrojenja i opremu,
- Plaćanja prema ukupnoj cijeni na osnovu plana plaćanja, ali su moguća i mjerenja,
- Inženjer upravlja ugovorom, nadgleda proizvodnju, radove i ovjerava plaćanje.

Srebrna Knjiga (*Conditions of Contract for EPC/ Turnkey Projects*)

- Ugovor ključ u ruke,
- Izvođač preuzima totalnu odgovornost za projektovanje, nabavke i građenje,
- Izvođač snosi sve rizike osim "više sile" – nebalansirani rizik,
- Plaćanja na osnovu fiksne cijene "ključ u ruke" (pomjeranje i prilagođavanja samo u ograničenim specifičnim slučajevima),
- Naručilac plaća više u odnosu na Crvenu i Žutu knjigu,
- Polazna osnova za BOT projekte,
- Projekat je organizovan za striktno dvije strane (bez Inženjera),
- Izvođač izvršava cjelokupan posao.

Zelena knjiga (*Short Form of Contract*)

- Kratka forma ugovora,
- Kratko vrijeme izvođenja (manje od 6 mjeseci),
- Cijena ugovora je ispod 500 000 US\$,
- Bez Inženjera, Investitor imenuje "Potparola" ili predstavnika,
- Balansirana podjela rizika,
- Nema avansa, dok je vrijednost mjesečnih situacija u skladu sa vrijednošću izvedenih radova,
- Riješavanje sporova – poziv na prijateljsko poravnanje.

Bijela Knjiga (*Client/Consultant Model Services Agreement*)

- Model sporazuma između Klijenta i Konsultanta,
- Preporuka za izradu studija opravdanosti i slične studije,
- Za usluge upravljanja projektima.

3. ANALIZA USLOVA UGOVORA USTALJENIH U NAŠOJ PRAKSI

Ugovor o građenju je dvostrano obavezan i teretan ugovor jer obje ugovorne strane, i Izvođač radova i Naručilac, imaju prava i obaveze. Da bi došlo do zaključenja ugovora potrebno je da se ispune niz zakonskih uslova. Tako se od Investitora, izvođača radova zahtjeva da pribavi investicioni program i investiciono-tehničku dokumentaciju. Tako je i uzansom broj 11. Posebnih uzanski o građenju, predviđeno da su sastavni djelovi ugovora tehnička dokumentacija sa svim grafičkim, računskim i opisnim prilogima potrebnim za izvođenje radova koji su predmet Ugovora, kao i posebni drugi uslovi Naručioca koji su ugovorom predviđeni. Pored toga, potrebno je da Investitor obezbjedi i finansijska sredstva za gradnju, da povjeri građevinaru na zakonom propisani način izvođenje radova.

Ugovor o građenju, kako je predviđeno Zakonom o obligacionim odnosima, mora da bude zaključen u pismenoj formi. U pravnoj teoriji se smatra da su bitni elementi ugovora o građenju: *ugovorne strane, predmet ugovora i cijena gradnje*. Kao *ugovorne strane* pojavljuju se Investitor (naručilac radova) i Izvođač radova.

Predmet ugovora o građenju je izvođenje ugovorenih radova (izgradnja, rekonstrukcija ili adaptacija objekta, zajedno sa pripremnim, montažnim, završnim i drugim radovima na investicionom objektu). Pod izgradnjom investicionog objekta, podrazumjeva se izvođenje građevinskih i zanatskih radova, ugrađivanje i montiranje uređaja i postrojenja opreme.

Cijena radova je takođe, bitni elemenat ugovora i ona se reguliše sporazumom ugovornih stranaka, prilikom zaključenja ovog ugovora. Cijena radova se može odrediti po jedinici mere ugovorenih radova (jedinčna cijena) ili u ukupnom iznosu za cio objekat, ukupna ugovorena cijena ("ključ u ruke"). Kad ugovorom u pogledu izmjene cijene nije predviđeno ništa drugo, Izvođač radova koji je svoju obavezu ispunio u predviđenom roku, može zahtijevati povećanje cijene radova, kad su se u vremenu između zaključenja ugovora i njegovog ispunjenja povećale cijene elemenata, na osnovu kojih je određena cijena radova, tako da bi trebalo da ta cijena bude veća za više od 2%.

Kada Izvođač radova svojom krivicom nije izveo radove u roku predviđenim ugovorom, tada on, može zahtijevati povećanje cijene radova. Ako su u vremenu između zaključenja ugovora i dana kada su, prema ugovoru radovi trebalo da budu završeni, se povećale cijene elemenata - na osnovu kojih je određena cijena radova, tako da bi ona trebala, prema novim cijenama tih elemenata, da bude veća za više od 5%.

Uobičajeni ugovori u okviru naše prakse se sastoje od deset (10) članova. Ti članovi mogu imati više podčlanova, nema ograničenja.

Anex ugovora je dodatak ugovoru koji nastaje ukoliko se u toku izvršenja radova dese neke situacije koje nisu predviđene ugovorom. Situacije koje nisu predviđene ugovorom mogu biti vremenske ili društveno-političke neprilike, viškovi, manjkovi, nepredviđeni i naknadni radovi. Anex ima istu validnost kao i sam ugovor. Može da posjeduje članove koji isključuju neke članove ugovora ili ih dopunjuju.

Kada imamo situaciju da nam se pojave nepredviđeni i/ili naknadni radovi, cijene tih radova ne moraju biti iste sa onim predviđenim ugovorom za tu vrstu posla. Cijene tih radova se naknadno dogovaraju.

4. ANALIZA FIDIC UGOVORA

Specifično za FIDIC je to što se ponavlja oko 80% uslova ugovora. Svaki potpisnik ugovora mora da posjeduje knjigu po kojoj je pisan ugovor (Crvenu, Žutu, Srebrnu, Zelenu, Zlatnu), jer se u okviru ugovora nalazi prilog sa izmjenama određenih klauzula (izmjenjuju se oko 20% klauzula). Taj prilog je ekvivalent našim opštim uslovima ugovora.

FIDIC propisuje jasan redoslijed dešavanja i tok uspunjavanja ugovora (Slika 2.), dok je kod nas to ostavljeno na pojedinačne dogovore i oslanjanje na uzanse.



Slika 2. Tipičan redoslijed važnih događaja ugovora pisanih po Crvenoj FIDIC knjizi

Podjela rizika u našim ugovorima se čak ni ne spominje, a FIDIC jasno i pravedno dijeli rizik.

- Rizični događaji koji uzrokuju štetu, fizički gubitak ili povredu
- Rizični događaji koji uzrokuju ekonomski gubitak ili zakašnjenje.

Pažnja: FIDIC ne razlikuje te dvije vrste.

Poglavlje (klauzula) 17 obuhvata samo prvu vrstu rizika, a ostali rizici su razbacani u drugim člancima.

5. RAZLIKE U NAPLATI

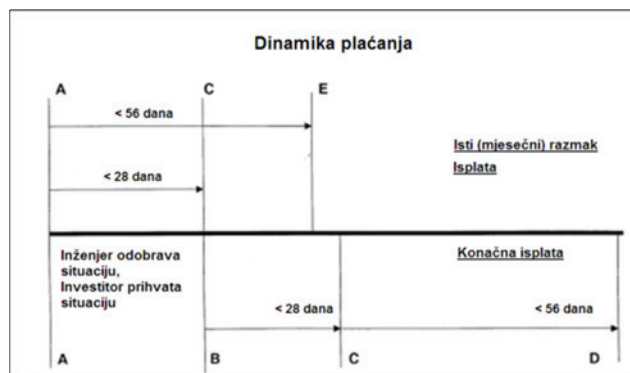
Naveo sam pojedinačnu analizu oba tipa ugovora. Sad ću uporediti način i dinamiku plaćanja u našoj praksi i kako to preporučuje FIDIC.

Po važećim propisima u Srbiji izvođač je dužan da vodi građevinski dnevnik. Na osnovu nje se popunjava obračunski građevinski list građevinske knjige, a nakon toga se piše privremena situacija. Privremene situacije se predaju na mjesečnom nivou.

Obračunski list građevinske knjige (Slika 3.) se popunjava krajem mjeseca, od 25. dana mjeseca za koji se popunjava do 2. dana narednog mjeseca. Popunjen obračunski list je osnova za obračunavanje privremene situacije. *Privremena situacija* se početkom narednog mjeseca (u prvoj sedmici narednog mjeseca u odnosu na koji se odnosi) predaje na pregled nadzornom organu. Nadzorni organ u zavisnosti od ugovorom određenih ovlaštenja pregleda, ako nema

Slika 3. Obračunski list

Po FIDIC-ovim uslovima ugovaranja privremene situacije se predaju na mjesečnom nivou (Slika 4.), tj. na 28 dana (FIDIC ima vremenski “korak” od 7 dana; rokovi su 7, 14, 21, 28...). Izvođač predaje privremenu situaciju inženjeru. Inženjer ima rok od 28 dana da prekontroliše, uporedi sa planiranom dinamikom i količinama radova za taj period, provjeri potvrde o kvalitetu i odobrava ili djelimično odobrava plaćanje traženih količina. Odobrenu privremenu situaciju inženjer predaje investitoru. Investitor u roku od najviše 28 dana mora da izvrši uplatu na račun izvođača, na ugovorom određen žiro račun i u odgovarajućoj valuti (najčešće u € ili \$).



Slika 4. Dinamika plaćanja po FIDIC-u

6. ZAKLJUČAK

Nakon analize ugovora pisanih po našim i po FIDIC-ovim propisima i poređenjem načina naplate, došao sam do nekih zaključaka. Na prvi pogled su mi se činili prilično različiti. U FIDIC-ovim ugovorima je značajna uloga nadzornog organa (Inženjera), ima velika ovlaštenja (Project manager), dok u našim propisima nadzor nema tolika ovlaštenja i nepoznat je pojam “project manager”.

Naši ugovori imaju oko 10 članova, često šturih. Članovi su jednostavniji od onih u FIDIC-u, jer se naši oslanjaju na uzanse i zakone. FIDIC je nastao na osnovu Anglo-

zamjerki potpisuje i prosljeđuje investitoru. Investitor analizira, odobrava ili ne odobrava traženi iznos. Nakon odobrenja, investitor je dužan iznos u potpunosti uplatiti na ugovorom naveden žiro račun u roku od 8 (osam) dana. Ovaj tempo se ponavlja na mjesečnom nivou, ako nije u ugovoru navedeno drugačije.

Saksonskog prava čiji su članovi (klauzule) opisni i oslanjaju se na prethodna iskustva.

Specifično za FIDIC je to što se ponavlja oko 80% uslova ugovora. Svaki potpisnik ugovora mora da posjeduje knjigu po kojoj je pisan ugovor (Crvenu, Žutu, Srebrnu, Zelenu, Zlatnu), jer se u okviru ugovora nalazi prilog sa izmjenama određenih klauzula (izmjenjuju se oko 20% klauzula). Taj prilog je ekvivalent našim opštim uslovima ugovora.

FIDIC propisuje jasan redoslijed dešavanja i tok uspunjavanja ugovora, dok je kod nas to ostavljeno na pojedinačne dogovore i oslanjanje na uzanse.

Podjela rizika u našim ugovorima se čak ni ne spominje, a FIDIC jasno i fer dijeli rizik.

- Rizici događaji koji uzrokuju štetu, fizički gubitak ili povredu
- Rizici događaji koji uzrokuju ekonomski gubitak ili zakašnjenje

Poglavlje (klauzula) 17 obuhvata samo prvu vrstu rizika, a ostali rizici su u razbacani u drugim člancima.

Rješavanje sporova u našoj praksi se oslanja na dogovor investitora i izvođača, a ako ne dođe do dogovora spor rješava nadležni sud, imenovan u ugovoru. FIDIC daje prijedloge za rješavanje sporova. To je novi način rješavanja sporova. Podrazumjeva dogovor investitora i izvođača uz učešće inženjera. U slučaju da se ne nagode, traži se mišljenje Komisije za rješavanje sporova (KRS, engl. DAB). Komisija daje savjetodavno mišljenje, u slučaju odbijanja mišljenja od stane jednog učesnika spora ide se na sud. Krajnji korak rješavanja spora je na nadležnom sudu.

Način naplate po našen sistemu je dinamičniji i bolji, ali ako sve ide po planu. Mane našeg sistema dolaze do izražaja kad dođe do kašnjenja u građenju i u slučaju neplaćanja i/ili kašnjenja u plaćanju izvođaču.

Kad imamo situaciju da investitor kasni sa uplatom ili ne plaća u potpunosti iznos ovjeren od strane inženjera, FIDIC precizno određuje kad izvođač ima pravo da obustavi radove na gradilištu.

Naši propisi ne definišu poslije koliko izvođač ima pravo da obustavi rad.

Zaključio sam da su ugovori pisani po FIDIC-u:

- tipski - svi ugovori imaju zajedničkih oko 80%, a promjenjivo je svega 20-ak % teksta,
- precizni – tačno definišu rokove, ovlaštenja, ograničenja, odgovornost, rizik, procenat avansa i sl,
- daju predloge rješavanja sporova, novi način rješavanja sporova (KRS, na engl. DAB)
- velika uloga Inženjera (*Engineer*)
- jasna podjela rizika
- određeni formati garancija i drugih papira
- jasan vremenski slijed toka ugovora

Ugovori uobičajeni u našoj praksi su:

- jednostavni – često i šturi, što je posljedica oslanjanja na uzanse i na zakone,
- raznoliki – može se reći da su svaki put drugačiji i da svaka firma ima svoj „stil“,
- često nedorečeni – nedovoljno precizni, ostavljaju mogućnost dvoumljenja u tumačenju.

Tabelarni prikaz razlika:

FIDIC	Praksa u Srbiji
1. Komunikacija učesnika u procesu izgradnje	
Pismenim putem, dopisima	Građevinski dnevnik Građevinska knjiga Knjiga inspekcije
2. Početak građenja	
Inženjer obavještava Izvođača o datumu početka izvođenja radova	Investitor uvodi Izvođača u posjed gradilišta
3. Dinamika izvođenja radova	
Program radova	Izvođač vodi knjigu i dnevnik
4. Nadzor nad izvođenjem radova	
Inženjer; Obuhvata klasičan nadzor – tehnička komponenta i "Project management" organizaciona i ugovorna komponenta posla	Zakonsku obavezan i bavi se gotovo samo tehničkim aspektima gradnje. Nije uobičajena funkcija „Project managment-a,,
5. Završetak radova	
Period za obavještanje o nedostacima	Garantni rok 2 godine, a za konstrukciju 10 godina, garancija za opremu daje proizvođač.
6. Naplata (situacije i sertifikati)	
Privremena situacija - 56 dana; Okončana situacija - 56 dana	Privremena situacija - 8 dana Okončana situacija - 15 dana
7. Avans - vraćanje	
U ratama, kroz svaki privremeni sertifikat	U trenutku kad novčani iznos ispostavljenih situacija dostigne visinu od 50% ugovorne cijene

7. LITERATURA

- [1] "Posebne uzanse o građenju", Sl. List SFRJ, br. 18/77
- [2] Dr. Goran Čirović, "Aktuelnost i značaj posebnih uzanski o građenju", Beograd, 2005.
- [3] Inženjerska komora Srbije, "Uslovi ugovaranja za GRAĐEVINSKE RADOVE, za građevinske i tehničke radove po projektu Investitora", Beograd, 2008.
- [4] Jovana Moldovanov, "Primena FIDIC-ovih opštih propisa u izradi modela Ugovora o izvođenju radova u građevinarstvu", Novi Sad, 2008.
- [5] Davorin Đukić, "Komparacija FIDIC-ovih uslova ugovora", Podgorica, 2008.
- [6] Prof. dr. sc. Vladimir Skendović, "Standardni modeli ugovora FIDIC", Zagreb, 2009.
- [7] Vanja Burić, "Poređenje FIDIC uslova Ugovora i Ugovora Crne Gore", Podgorica, 2010.

Kratka biografija:



Bojan Đurić rođen je u Doboju, R. BIH, 1982. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvu- Građevinski menadžment- Građevinsko poslovanje, ugovori i regulativa odbranio je 2010 god.

PROJEKAT NEREGULARNE ARMIRANOBETONSKE ZGRADE

PROJECT OF IRREGULAR REINFORCED CONCRETE BUILDING

Vidan Đuričić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U okviru ovog rada prikazan je projekat konstrukcije višespratno armirano betonske zgrade S+P+5. U drugom delu je urađena analiza seizmičkog dejstva kod neregularnih armirano betonskih zgrada.

Abstract – The subject of this diploma paper is a design of multi story structure of reinforced concrete buildings are basement+ground floor+5 floors. In the second part of diploma paper was performed by analysis of the seismic action of irregular reinforced concrete buildings.

Cljučne reči: višespratna zgrada, skeletna AB zgrada, seizmička analiza, projektovanje AB zgrada.

1. UVOD

Zadatkom je predviđeno projektovanje zgrade u armiranobetonskom skeletnom sistemu sa potrebnim platnima za ukrućenje. Osnova zgrade je pravougaona, dimenzija 53,7m u podužnom pravcu i 32,6m u poprečnom pravcu. Spratnost je Su+Pr+5 spratova, a objekat se nalazi u Novom Sadu i, time, u VIII seizmičkoj zoni.

2. OPIS

2.1. Projektni zadatak i arhitektonsko rešenje

Glavni konstrukcijski sistem zgrade je AB višebrodni, višespratni, prostorni skelet ojačan AB zidnim platnima za prijem horizontalnih sila i ukrućenje. Konstrukcija u osnovi je pravougaonog oblika. Konstrukcija objekta je visinski različita (postoje viši i niži delove). Rasteri stubova u podužnom pravcu iznose 5,25m, 5,45m i 5,65m, a u poprečnom 4,2m, 5,4m, 5,5m i 6,0m. Spratna visina suterena je 2,98 m, prizemlja 3,6m, a ostalih etaža je 3,0m. Prema svojoj nameni objekat je stambeno-poslovni. U suterenu je predviđena garaža, u prizemlju lokali, a ostale etaže su namenjene stambenom prostoru. Za ulaz u garažu su predviđene dve rampe, a vertikalna komunikacija je omogućena dvokrakim stepeništem, kao i osobnim liftom na hidraulični pogon, nosivosti 630 kg. Raspored stanova i prostorija u stanovima je isti na svim spratovima. Na svakoj etaži se nalaze četiri trosobna i četiri dvosobna stana. Podovi u stanovima su obloženi parketom i keramičkim pločicama.

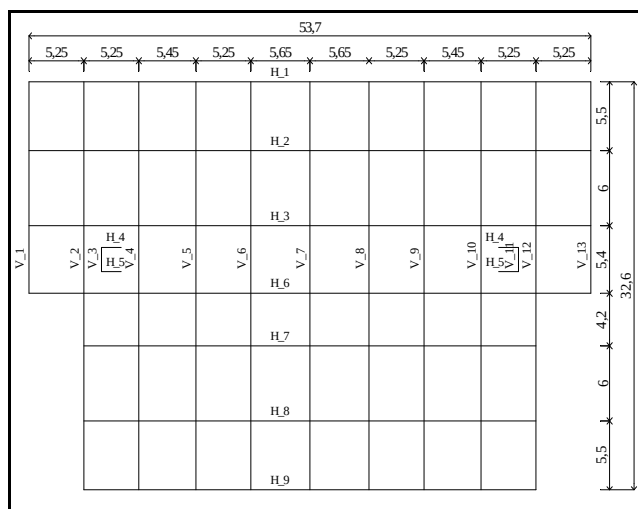
Keramičke pločice se u sanitarnim prostorijama postavljaju do plafona, a u kuhinji do visine 1,45m.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je dr Zoran Brujić, red. prof.

Zidovi i plafoni u prostorijama su malterisani, gletovani i završno obrađeni polu disperzivnom bojom. Unutrašnjost zidova i plafona zajedničkih prostorija se malteriše, a potom završno obrađuje. Podovi su obrađeni cementnom košuljicom i teraco pločicama. Zidove stepenišnog prostora potrebno je malterisati i završno obraditi dekorativnim malterom, a stepenište i podeste obraditi talpama od livenog teraca, odnosno teraco pločicama.

Fasadni zidovi se izvode kao sendvič 12+6+19 cm (fasadna opeka 12+termoizolacija 6cm+opekarski blok 25/19/19). Pregradni zidovi unutar stanova se izvode od šuplje opeke debljine 12cm, a pregradni zidovi između stanova od takođe šuplje opeke debljine 25cm.



Slika 1. Šema ramova

2.2. Konstrukcijski sistem zgrade

Glavni konstrukcijski sistem objekta je ukrućeni AB skelet koga čine: vertikalni noseći elementi–stubovi i zidovi za ukrućenje, i horizontalni noseći elementi–grede. Grede skeletnog sistema primaju opterećenja od međuspratnih tavanica i od zidova (pregradnih i fasadnih) i prenose ih na stubove i preko njih na temeljnu konstrukciju. Zidovi za ukrućenje su raspoređeni tako da bi se sprečili (tačnije sveli na najmanju meru) torzioni efekti u osnovi pri horizontalnom seizmičkom dejstvu i dejstvu vetra. Skeletni sistem se sastoji od višespratnih i višebrodnih okvira. AB zidna platna su postavljena u oba pravca.

Marka betona svih konstrukcijskih elemenata je MB35. Armatura je kvaliteta RA 400/500. Za međuspratnu konstrukciju garaže je usvojena ploča direktno oslonjena na stubove d=20cm, a za ostale spratove je usvojen sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča debljine d=18cm. Opterećena je sopstvenom težinom i povremenim opterećenjem, što je definisano u analizi opterećenja. Maksimalni odnosno minimalni momenti savijanja dobijeni su iz anvelope

momenata. Međuspratna konstrukcija može se smatrati krutom u svojoj ravni.

Stepenište je projektovano kao dvokrako. Debljina stepenišne ploče je $d=18\text{cm}$. Ploča stepenišnog kraka se oslanja na ploču sprata i podestnu ploču, dok se podestna ploča oslanja na zidove za ukrućenje. Pristupne rampe su dilatirane od objekta. Debljina ploče pristupne rampe je $d=18\text{cm}$.

Po obodu zgrade su projektovani armiranobetonski zidovi debljine $d=20\text{cm}$. Njihova uloga je da prime opterećenje od tla i vertikalno opterećenje, kao i da, zajedno sa pločama, formiraju krut podzemni deo konstrukcije.

Fundiranje stambeno-poslovnog objekta je projektovano sa temeljnom pločom ukrućenom u oba ortogonalna pravca temeljnim gredama. Temeljna ploča je debljine $d=40\text{cm}$. Ispod temeljne ploče nasipa se tampon sloj šljunka debljine 20cm i sloj mršavog betona debljine 15cm . Preko sloja mršavog betona se postavlja hidroizolacija koja je sa gornje strane zaštićena slojem nearmiranog betona debljine 5cm . Predviđen je ravan krov. Plafon petog sprata je istovremeno i krovna ploča. Krovna ploča je AB ploča debljine $d=18\text{cm}$. Na nju se nanosi: sloj za pad nagiba 1% , termoizolacija, hidroizolacija i završni sloj.

2.3. Modeliranje konstrukcije

Konstrukcija je modelirana kao prostorna u programskom paketu Tower 6.0, korišćenjem linijskih i površinskih konačnih elemenata.

Zbog realne pojave prslina u modelu, saglasno preporukama (ACI, EC), redukuje se torziona krutost greda EI_t 10 puta, a torziona krutost stubova se umanjuje 2 puta. Pri formiranju proračunskog modela korišćena je gusta mreža konačnih elemenata (stranica elementa $0,4\text{m}$).

Tlo je modelirano pomoću Vinklerovog (Winkler) modela podloge-elastične opruge koje odgovaraju koeficijentu posteljice od 20MN/m^3 (vrednost usvojena kao karakteristična za lokaciju).

2.4. Analiza opterećenja

Analiza opterećenja urađena je prema aktuelnim domaćim propisima [1], [2], [3].

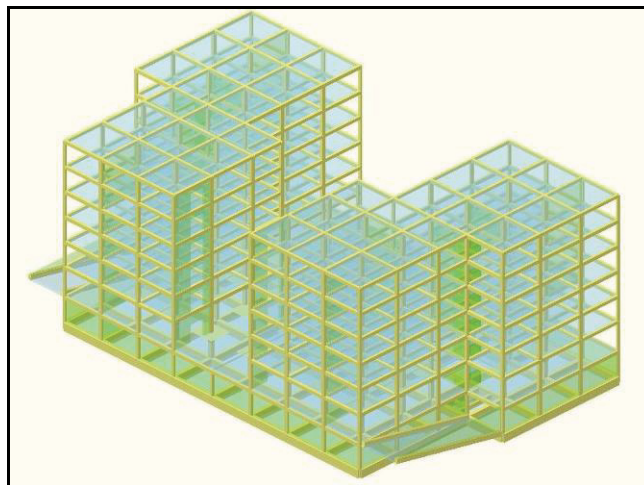
Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: stalno opterećenje čine sopstvena težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice) i težine nenosivih elemenata (zidovi ispune, podovi, krovne obloge); korisno opterećenje u funkcije namene prostorija; opterećenje snegom iznosi $0,75\text{kN/m}^2$ osnove krova; opterećenje vetrom se nanosi na prostorni model konstrukcije kao linijsko opterećenje na stubove sa odgovarajućom pripadajućom površinom koja se prostire do sredine rastojanja između dva stuba; Konstrukcija je analizirana multi modalnom metodom (vrsta konstrukcij: armiranobetonska konstrukcija; ramovskih i grednih sistema, II kategorija tla, VIII seizmička zona).

Opterećenja na model su aplicirana kao linijska i površinska, saglasno analizi opterećenja posebno za svaki slučaj opterećenja.

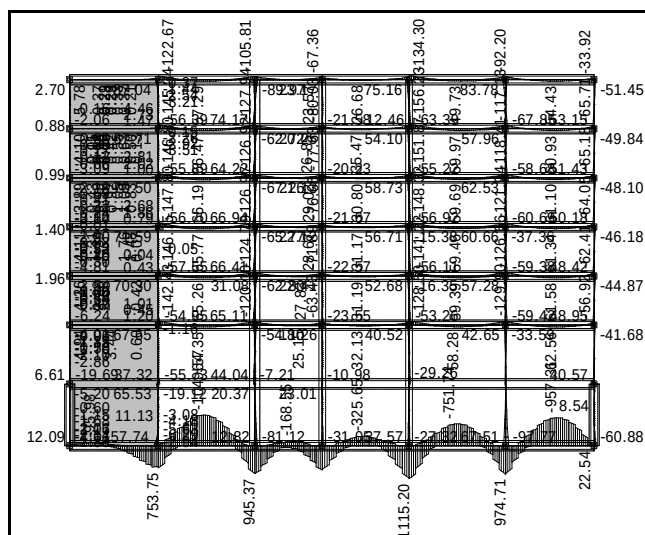
2.5. Statički i dinamički proračun

Statička i dinamička analiza konstrukcije sprovedena je primenom metode konačnih elemenata (MKE) za prostorni model konstrukcije. sl 2.

Ilustracije radi na sl 3 je prikazana anelopa momenata savijanja.



Slika 2. 3D Izgled modela konstrukcije



Slika 3. Ram u osi V_4, anelopa momenata M_3

2.6. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

Dimenzionisanje je sprovedeno po teoriji granične nosivosti. Na osnovu sračunatih uticaja u konstrukciji, svi elementi su dimenzionisani saglasno važećim aktuelnim propisima [1], [2], [3], prema uticajima merodavnih kombinacija opterećenja.

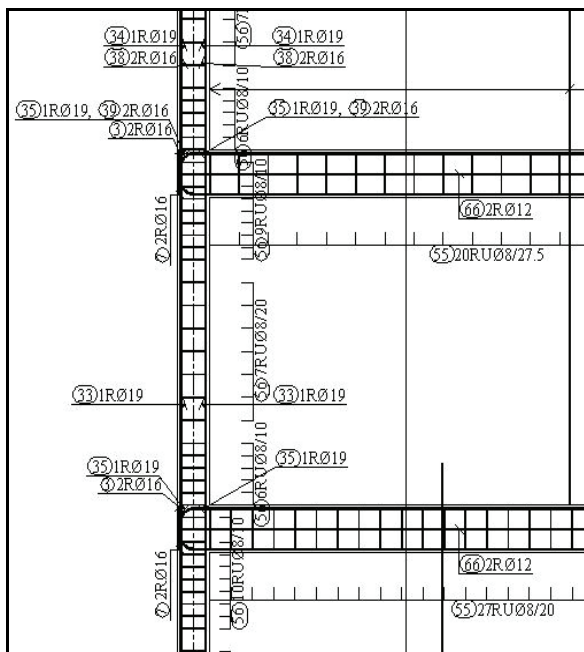
Grede su dimenzionisane kao jednostruko ili dvostruko armirane, dok su stubovi dimenzionisani kao koso savijani, obostrano simetrično armirani.

Na sl. 4 prikazan je detalj armiranja rama u osi V_4.

3. ANALIZA SEIZMIČKOG DEJSTVA KOD NEREGULARNIH AB ZGRADA

3.1. Opšte

Sa stanovišta seizmičkog proračuna, konstrukcije zgrada se klasifikuju kao konstrukcijski regularne (pravilne) i konstrukcijski neregularne (nepravilne).



Slika 4. Detalj armiranja ram-a u osi V_4

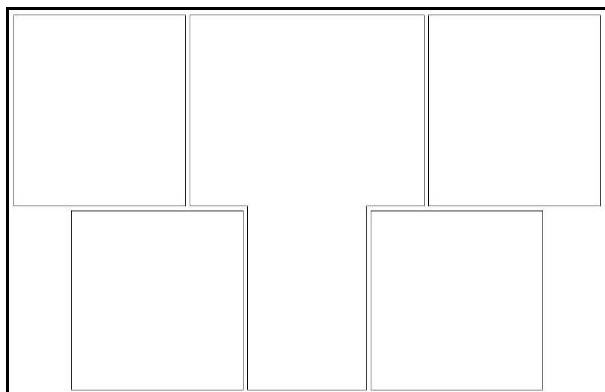
Zgrade sažetih, simetričnih osnova imaju znatnih prednosti kada je u pitanju njihova seizmička otpornost, u odnosu na razudene zgrade, a pogotovu na zgrade nesimetričnih i nepravilnih osnova.

Međutim treba napomenuti da ni simetrične zgrade nisu oslobođene torzije. To se javlja delom od slučajnih razlika u dimenzijama nastalim tokom građenja, delom od razlika u kvalitetu materijala, na primer betona ili zida, a delom od slučajne raspodele pokretnog opterećenja u zgradi.

Sem toga, haotičan karakter kretanja tla uvek izaziva određene momente torzije. Najzad i idealno simetrična zgrada postaje nesimetrična kada, za vreme jakog zemljotresa, u njoj dođe do prvog oštećenja.

Ako se nesimetrična zgrada mora graditi, treba pokušati da se konstrukcijski rastavi na niz prostih, simetričnih delova. Ako ni to nije moguće zbog raznih funkcionalnih ili tehnoloških razloga onda treba težiti da se konstrukcijski elementi, namenjeni prijemu seizmičkih sila, postave i projektuju tako da je rastojanje između centra krutosti i težišta masa što manje.

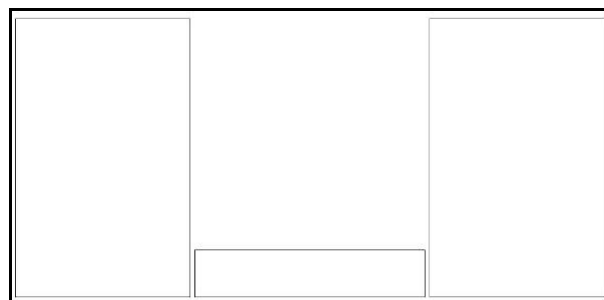
Nepravilni oblici kostrukcije se rešavaju deljenjem konstrukcije na niz pravilnih i zatvorenih oblika. sl 5.



Slika 5. Konstrukcija podeljena na niz zatvorenih pravilnih oblika

Kod objekata kojima je pridodat jedan niži deo, preporučuje se da se niži priključeni deo odvoji propisanom razdelnicom. sl 6.

To se preporučuje, da bi se izbegli nepovoljni uticaji od nejednakog sleganja. Razdelnica mora biti dovoljno široka da bi se izbeglo međusobno sudaranje odvojenih delova [4].



Slika 6. Odvojen viši deo od nižeg

3.2 Metode analize

Tačnost rezultata zavisi od same metode proračuna, a možda još većim delom od dobrog izbora modela konstrukcije. Metode proračuna mogu biti:

- Linearno elastičan model konstrukcije
- Nelinearne

U ovom radu će se uzeti u obzir samo proračun linearno elastičnog modela konstrukcije:

- 1) SRPS Metoda ekvivalentnog statičkog opterećenja
- 2) SRPS Multi modalna analiza
- 3) Evrokod 8

3.3 Analiza

SRPS metoda ekvivalentnog statičkog opterećenja (ESO). Ova metoda ne uzima u obzir uticaje od viših tonova vibracija konstrukcije. ESO predstavlja približnu metodu, njom se dinamičko opterećenje zamenjuje odgovarajućim statičkim opterećenjem.

SRPS Multi modalna analiza (MMA) se primenjuje za zgrade koje su neregularne po visini i u osnovi. Svi tonovi vibracija koji značajno doprinose globalnom odgovoru moraju biti uzeti u obzir.

Evrokod 8 (EC8) se primenjuje za sve vrste zgrada. Seizmički proračun po EC8 se zasniva na multimodalnoj analizi konstrukcije.

Za seizmički proračun su korišćena tri proračunska modela, prvi model je proračunat po ESO, drugi po MMA i treći po EC8.

3.3.1 Ponašanje zidova za ukrućenje

Tabela 1. Zid za ukrućenje u osi V_4, vrednosti sila za merodavne kombinacije opterećenja

Model	$ M_{3U} $ [KNm]	$ T_{2U} $ [KN]	$ N_{1U} $ [KN]
ESO	3267,65	-5205,59	-622,38
MMA	3267,65	-5205,59	-715,13
EC8	2283,45	-3671,93	-863,62

Konstrukcijski sistem AB zidova, raspoređenih u oba glavna pravca zgrade, predstavlja veoma efikasan sistem za ukrućenje zgrade [6]. Iz tabele se može videti da se u modelu proračunatom primenom ESO dobijaju najmanje

vrednosti statičkih uticaja, a najveće vrednosti statičkih uticaja se dobijaju proračunom po EC8. Potrebna armatura za sva tri gore navedena modela konstrukcije je uvek manja od minimalne potrebne armature prema propisima [2] i [5].

3.3.2 Ponašanje stubova

Tabela 2. Stub H_8-V_4, maksimalne vrednosti sila u uklještenju stuba

Model	$ M_{3U} $ [KNm]	$ M_{2U} $ [KNm]	$ N_{1U} $ [KN]
ESO	-69,59	-64,09	-3980,82
MMA	-97,78	-77,73	-3980,82
EC8	-132,72	-79,93	-3329,21

Kod stubova sile pritiska dominiraju u odnosu na vrednosti momenata savijanja podužnog $|M_2|$ i poprečnog $|M_3|$ pravca, njihov mali red veličine u odnosu na vrednosti koje imaju normalne sile čini da te promene nisu toliko važne. Proračunom sva tri gore navedena modela se može zaključiti da se primenom ESO dobijaju najmanji statički uticaji. Proračunom po EC8 u nekim slučajevima se dobijaju vrednosti uticaja manje, a u nekim veće od proračuna po MMA. Svi stubovi su armirani minimalnom potrebnom armaturom.

3.3.3 Ponašanje greda

Tabela 3. Osa V_4, maksimalne vrednosti sila u gredama petog sprata

Model	$ M_U $ [KNm]	$ T_U $ [KN]
ESO	-125,30	96,32
MMA	-156,20	96,32
EC8	-157,70	81,02

Grede su elementi koji su dominantno opterećeni na savijanje. Proračunom sva tri gore navedena modela se može zaključiti da se primenom ESO ponovo dobijaju najmanji statički uticaji. Proračunom po EC8 u nekim slučajevima se dobija vrednosti uticaja manji, a u nekim veći od proračuna po MMA. Razlike u količinama potrebna podužne armature modela proračunatih prema MMA i EC8 nisu velike i može se reći da su zanemarljive.

4. ZAKLJUČAK

U slučaju regularnih konstrukcija, približna metoda generalno procenjuje uticaje multi-modalne analize, ali s obzirom da se od približne metode očekuju konzervativni rezultati, kao i da razlika u veličini uticaja nije izražena u odnosu na multimodalnu analizu, te da je približna metoda znatno jednostavnija za upotrebu, može se opravdati njena primena u praksi. Kod neregularnih konstrukcija, međutim, dobijene razlike su znatno veće i rastu sa porastom „neregularnosti“ konstrukcije. Dobijene razlike su takvog reda veličine da se primena približnih metoda kod neregularnih konstrukcija nemože opravdati, čak

ni kao približna procena, čime je potvrđena ispravnost stava EC8 koji približne metode analize dozvoljava samo kod regularnih konstrukcija [6].

Jedna od osnovnih pravila za konstruisanje seizmički otporne zgrade jeste održanje kontinuiteta nosećih elemenata celom visinom zgrade. Tako se postiže najbolji i najsigurniji način prijema i prenošenja seizmičkih sila [4].

Prema proračunima koji su urađeni, može se zaključiti da se seizmičko dejstvo kod neregularnih zgrada ne može proračunavati po SRPS metodi ekvivalentnog statičkog opterećenja zbog toga što je to približna metoda i njeni rezultati nisu pouzdani. SRPS multi modalna analiza i Evrokod 8 su pouzdane metode i daju prilično dobre rezultate.

6. LITERATURA

[1] ZBIRKA JUGOSLOVENSKIH PRAVILNIKA I STANDARDA ZA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE:

Jugoslovenski standard sa obaveznom primenom od 1988 – stalna opterećenja građevinskih konstrukcija (SRPS U.C.7.123)

Jugoslovenski standard sa obaveznom primenom od 1988 – korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada (SRPS U.C.7.121)

Jugoslovenski standard sa obaveznom primenom od 1992 – opterećenje vetrom (SRPS U.C.7.110-112)

Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima

[2] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 1, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.

[3] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.

[4] B. Petrović: ODABRANA POGLAVLJA IZ ZEMLJOTRESNOG GRAĐEVINARSTVA, Građevinska knjiga, Beograd, 1989.

[5] Evrokod 8, deo 1. Projektovanje seizmički otpornih konstrukcija. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2009.

[6] Uporedna analiza Evrokoda 8 za projektovanje seizmički otpornih konstrukcija sa nekim nacionalnim odredbama, Đ. Lađinović, R. Folić, Fakultet tehničkih nauka, Institut za građevinarstvo, Novi Sad.

Kratka biografija:



Vidan Đuričić rođen je u Užicu 1982.godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo odbranio je 2010. godine

Систем управљања мостовима у Србији

Матић Бојан

Резиме: Мостови су за разлику од других грађевинских објеката константно изложени различитим спољашњим утицајима, тако да се мора обратити посебна пажња на њихово одржавање. Благовременим одржавањем и дефинисањем стања мостовских конструкција уз редовне поправке је много економски исплативије и функционалније. Да би ови принципи били испоштовани, дефинисањем рејтинга сваког моста у Србији мора се преко Bridge Menagement System (BMS) управљати мостовима и стално систем надограђивати ажурирати.

Кључне речи: мост, управљање, преглед, рејтинг

Abstract: Bridges are unlike the other buildings constantly exposed to various external influences, so that special attention must turn to their maintenance. Timely maintenance and defining the state of bridge construction in addition to regular maintenance is more economical and functional. To these principles were met, defining the rating of each bridge in Serbia must be through the Bridge Menagement System (BMS) constantly update and upgrade information about bridges.

Key words: bridge, management, inspection, ratings

Увод

Економско стање у Србији, због низа политичко-економских проблема, као и често нерјешених правних питања и неадекватног чувања техничке документације довело је до тога да је ситуација на путној мрежи у прилично тешкој ситуацији. Правилник о одржавању магистралних и регионалних путева (Сл.Гласник РС, чл. 43. Правилника), утврђује следеће врсте прегледа:

Врста прегледа Учесталост

Редовни.....	Најмање	једном
мјесечно;		
Систематски	Једном у двије године;	
Ванредни	По потреби, после	
ванредних догађаја;		
Специјални	По потреби	

НАПОМЕНА:

a) Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada Bojana Matica. Mentor je bio prof. dr Vlastimir Radonjanin.

b) Rad je prethodno publikovan u časopisu Nauka+Praksa, Niš, broj 12.1/2009

Према моделу Code Евро-интернционалног комитета за бетон препоручује се да вријеме између два детаљна прегледа за друмске мостове не буде дуже од шест, а за жељезничке двије године. [8] За ванредни и специјални преглед начин и услове прописује Правилник у Члану 48. и Члану 51. Редовни преглед моста је контролни преглед, који има за циљ праћење стања пута на дијелу на коме се налази мост, са циљем да се уоче и отклоне штете настале од предходног прегледа (без обзира на ниво) и обезбједи саобраћај. То је основни преглед.

Систематски преглед моста је основни стручни преглед моста, који има за циљ праћење стања моста, тако да се могу утврдити врста, узрок и обим штета насталих у временском периоду протеклом од предходног систематског прегледа, које из неког разлога нису отклоњене, као и новонастале штете, ако је до њих дошло, те да тако осигура стабилност моста и обезбједи саобраћај. Овим прегледом ствара се подлога за планирање радова редовног одржавања као и поправки, адаптација, ојачања и реконструкција мостова. Тај преглед у извесним случајевима може да представља основу за ванредни или специјални преглед.

Систематски преглед, поред обавезе да се изврши најмање једном у двије године, обавиће се и у следећим случајевима:

- После ванредног догађаја - добија ранг ванредног прегледа;
- На основу пријаве од стране органа унутрашњих послова, надзора на путу или корисника пута о насталом оштећењу - статус ванредног прегледа.;
- На основу посебног захтијева Републичке Дирекције за путеве Србије – статус ванредног прегледа. [9]

Управљање мостовима

За потребе квалитетног управљања мостовима на територији Србије формирана је база података о мостовима (BMS) која може да пружи у сваком тренутку све потребне информације о траженом мосту уз помоћ, напријед дефинисаних прегледа. Да би база имала своју праву функцију мора да се на адекватан начин ажурира и да се врше прегледи како је дефинисано чл. 43 Правилника. Велики број држава улаже велика новчана средства за управљање, процјену стања, редовно и превентивно одржавање грађевинских објеката. Са економског аспекта то је много економичније од каснијих поправки и реконструкција. Потребно је одредити критеријуме за санацију и ефикасно улагање средстава у њу. [8]

За успјешно управљање и одржавање објектима треба обратити посебну пажњу на "Закон броја 5" који је увела у своју праксу Аустралија:

"Један екстра долар потрошен у фази А је еквивалентан уштеди 5 долара за трошкове поправке у фази Б, или 25 долара за трошкове поправке у фази Ц или 125 долара за трошкове поправке у фази Д". Последице су још очигледније ако се објасне на следећи начин: "Сваки долар који није потрошен у фази А, а морао је бити потрошен, коштаће Вас 5 долара у фази Б, а ако их не уложите ни тада, коштаће Вас 25 долара у фази Ц, а ако их не уложите ни тада коштаће Вас 125 долара у фази Д".[6]

Путна мрежа Србије се састоји од око 17.000 км магистралних и регионалних путева, као и око 3.000 мостовских конструкција, чија вриједност износи око 14 милијарди долара, што представља велико богатство Србије са којим треба квалитетно управљати. Међутим не постоје тачни подаци и потпуна техничка документација о сваком путном правцу и мостовској конструкцији, што јако отежава посао. Да би систем који већ постоји (BMS) функционисао потребно је да се сви центри Србије уједине са заједничком намјером да се изврши релационо повезивање, попуне сви инвентарски подаци и добије јасна слика са дефинисаним рејтингом сваког моста. На тај начин добили би се тачни

подаци, а не претпоставке и приближне процјене колико мостова је у Србији неопходно реконструисати и која су то материјална средства.

Несумњиво је да се конструкција моста, чак и најједноставнијег, увијек састоји од темеља, стубова (крајњих и средњих) и главних носача. Са сложеностју конструкције, расте и број елемената од којих се она састоји; неоспорно је да треба предвидјети праћење свих елемената који се јављају као конструктивни код најсложенијих конструкција. Такође је неоспорно (ако се предвиди праћење свих елемената који се јављају код најсложенијих конструкција) да треба пронаћи начин како ће се, код конструкција које немају све те елементе, елиминисати из разматрања они који не постоје. Тако се долази до потребе праћења следећих група параметара:

- параметри конструкције;
- параметри саобраћајног профила;
- параметри везе пута и моста и параметри околине моста;
- параметри саобраћајних карактеристика и околности;
- допунски параметри. [2]

Анализе су показале да се мост може свести на 26 параметара који ће се, као промјениви, пратити; исто тако уведена је скала оцењивања стања са 5, односно 7 градација (сл. 1).

Значај свих 26 елемената (параметара) није исти; потребно је заузети став о томе којим параметрима се придаје који значај, уколико се жели да извештај о стању појединачног моста укаже и на његово мјесто на ранг листи приоритета у отклањању штета на нивоу мреже путева као цјелине, чиме се чини први корак у приближавању Систему Управљања Мостовима.

Полазећи од тога да је најважнији задатак моста да прихвати саобраћајно оптерећење (тешка возила) и преведе га преко препреке, теба поћи од опредјељења да највећи значај имају елементи конструкције, односно њихово стање, па су ти елементи добили и највећи фактор значаја.

Остали елементи (параметри оцјењивања) добили су мањи значај; поступак избора фактора значаја морао је бити формализован из практичних разлога, па су сви елементи моста подијељени у укупно 6 група, при чему елементи групе са најмањим фактором значаја добијају фактор значаја 2. Свака наредна група има свој фактор значаја, који се добија обрасцем $FZ_{i+1} =$

$Fzi\sqrt{2}$, тако да је највећи фактор значаја 11,3 (елементи конструкције).

Када су сви елементи оцјењени оценама 1 (добро) до 5 (лоше), односно 0 (не постоји) до 100 (опасно), може се формирати величина:

$$R_i = R_k + R_f + R_d = \sum_k a_{ik} * b_{ik} + \sum_f a_{if} * b_{if} + \sum_{d1} a_{id1} * b_{id1} + \sum_{d2} a_{id2} * b_{id2}$$

Где је:

R_k - укупни карактеристични број моста,

R_k - карактеристични број конструктивних елемената моста (темељи крајњих стубова, темељи средњих стубова, крајњи стубови (са крилима у саставу стуба), средњи стубови, лежишта, главни носачи, попречни носачи, спрегови, плоча и конзола, појава корозије арматуре и челичних конструкција),

R_f - карактеристични број функционалних елемената моста, (коловоз, клинови, прелазне плоче, кегле или пропуштени насип, оградe, ивичњаци, пјешачке стазе, инсталације, сигнализација),

R_d - карактеристични број допунских елемената за рангирање моста, који се раздваја у два дијела: дио који се везује за конструкцију (d1) - односно слободно стојећа крила, хидроизолација, дилатационе справе, водоток, или подручје испод моста, историјски подаци - општи утисак-процјена преосталог вијека моста, систем за одводњавање; и дио који се везује за функционалност (d2) - односно положај моста у мрежи, геометрија моста, саобраћајно оптерећење.

Парцијални карактеристични бројеви моста биће са гледишта:

- сигурности моста за коришћење, по основи снимљеног стања конструкције:

$$R_1 = R_k = \sum_k a_{ik} * b_{ik}$$

- ризика настајања даљих оштећења конструкције:

$$R_2 = R_f = \sum_{d1} a_{id1} * b_{id1}$$

- функционалности:

$$R_3 = R_f = \sum_f a_{if} * b_{if}$$

- предности у коначном одређивању приоритета:

$$R_4 = R_p = \sum_{d2} a_{id2} * b_{id2}$$

Сваком елементу (i) – параметру оцјењивања (према методологији), приписан је фактор значаја: $F_{ij} = a_{ij} [10]$

ZAPISNIK O PREGLEDU MOSTA				verzija SR-03	GODINA 2007	strana zapisnika 01
R. br.	ELEMENT	FZ	OPIS STANJA	ŠIFRA STANJA	KATEGORIJA STANJA	OČENA STANJA
				O1	OPASNO	100
				Z1	NEZADOVOLJAVAJUĆE	20
				L1	LOŠE	15
				N1	NEPOVOLNO	10
5.	TEMEĽI KRAJNJIH STUBOVA	11.3	N E M A V I T D L S I V I H Z N A K O V A O S T E C E N J A	P1	PRIVATLIVO	5
				D1	DOBRO	1
				X1	NEPOZNATO	0
SKICA (PO POTREBI)						
PROCJENJENE KOLIČINE ZA POPRAVKU						
0						

Слика 1 – Записник о прегледу моста

ZAPISNIK O PREGLEDU MOSTA				verzija SR-03	GODINA 2007	strana zapisnika 16
R. br.	ELEMENT	FZ	OPIS STANJA	ŠIFRA STANJA	KATEGORIJA STANJA	OČENA STANJA
				O3	NEODLOŽNA SANACIJA	6
				L9	PLANIRANJE SANACIJE	5
				L9	INVESTICIONO ODRŽAVANJE	4
33	REITING MOSTA	—	VREDNOST REITINGA DOBIVA SE KAO ZBR PROIZVEDA FAKTORA ZNAČAJA I OČENA STANJA PO OBRASCU: $R = \sum_{i=1}^n A_i * B_i$ где је: A _i - фактор значаја, B _i - оцена стања, i = 1-29(5-33)	N9	INTEZIVNO REDOVNO ODRŽAVANJE	3
				P9	REDOVNO ODRŽAVANJE I KONTROLA	2
				D5	REDOVNO ODRŽAVANJE	1

ORIENTACIONE GRANIČNE VREDNOSTI KARAKTERISTIČNOG BROJA:
 DONJA GRANIČA: 120 DO 130 ... REDOVNO ODRŽAVANJE
 150 DO 200 ... REDOVNO ODRŽAVANJE I KONTROLA
 200 DO 300 ... INTENZIVNO REDOVNO ODRŽAVANJE
 350 DO 700 ... INVESTICIONO ODRŽAVANJE
 800 DO 1150 ... PLANIRANJE SANACIJE
 PREKO 1150 ... NEODLOŽNA SANACIJA
 [MANJE VREDNOSTI GRANIČA ODGOVARAJU MANJE SLOŽENIM OBJEKTIMA. KONSULTOVATI TABLICE GRANIČNIH VREDNOSTI UKUPNOG KARAKTERISTIČNOG BROJA I PARCIJALNIH KARAKTERISTIČNIH BROJEVA
 VREDNOST P = 1150 POSTUJE SE KADA JE SAMO JEDAN ELEMENTAR KONSTRUKCIJE OCENEN SA 100!]

Слика 2 - Записник о прегледу моста Категорија стања моста у зависности од рејтинга

Сваки елемент је приликом прегледа описно и бројно оцјењен, оцјеном (b_{ij}). На бази производа $R_i = \sum_{j=1}^k a_{ij} * b_{ij}$ могуће је добити тзв. “Рејтинг моста“, односно карактеристични број, од чије величине зависи приоритет у одржавању датог моста на ранг листи одржавања за задати (посматрани) скуп мостова (сл. 2). Осим тога, за сваки поједини мост је могуће, у зависности од величине добијеног рејтинга, установити која врста радова треба да буде примјењена. За сваки конструктивни систем утврђене су граничне вриједности појединих парцијалних карактеристичних бројева (рејтинга) које одговарају за дефинисане типове одржавања (сл. 3). Ако се ради о једном мосту, а не о више објеката, за које би се утврђивала листа приоритета, интересантне су вредности **R1, R2, R3** [10].

Vrsta radova	R1	R2	R3	R4
Redovno održavanje	$R1 \leq 116$	$R2 \leq 28$	$R3 \leq 38$	$R4 \leq 29$
Redovno održavanje + kontrola	$116 < R1 \leq 170$	$28 < R2 \leq 43$	$38 < R3 \leq 57$	$29 < R4 \leq 42$
Intenzivno redovno održavanje + kontrola	$170 < R1 \leq 275$	$43 < R2 \leq 71$	$57 < R3 \leq 95$	$42 < R4 \leq 71$
Investiciono održavanje	$275 < R1 \leq 380$	$71 < R2 \leq 99$	$95 < R3 \leq 133$	$71 < R4 \leq 100$
Planiranje sanacije	$380 < R1 \leq 643$	$99 < R2 \leq 170$	$133 < R3 \leq 288$	$100 < R4 \leq 171$

Слика 3 – Граничне вриједности парцијалних коефицијената (примјер за Герберову греду)

Закључак

Независно од импозантних достигнућа, грађевинско конструкторство има и веома озбиљан, можда мање атрактиван задатак, да успјешно ријешити проблем будућности огромног броја постојећих објеката. Системи управљања мостовима обухватају технички и организационо најпогодније методе благовременог утврђивања степена и узрока деградације мостова, методе објективног прикупљања базе података,

дефинисање система вредновања релевантних параметара за процјену стања мостова, утврђивање потребних интервенција, краткорочно и дугорочно планирање потребних техничких капацитета и финансијских средстава и израду приоритетне листе акција. Одржавање мостова треба да буде редовно и превентивно. То је технички и економски најповољније рјешење.

Литература

1. "Развој оптималног система за формирање базе података о мрежи путева", Ђ. Узелац, докторска дисертација, Грађевински факултет у Београду, 1993.
2. "Базе података о путевима, мостовима и саобраћају у оквиру интегрисаног информационог система о путној мрежи", Ђ. Узелац, Грађевински календар 1999, СГИТ, Београд, новембар 1998.
3. "Развој и примена информационих и експертних система за управљање експлоатацијом посебних група објеката", Ђ. Узелац, ИВ Научно-стручно саветовање "Оцена стања, одржавање и санација грађевинских објеката и насеља", Савез грађевинских инжењера и техничара Србије и Црне Горе, Златибор, 25. – 28. април 2005. Уводни реферат, стр. 1-12.
4. "Саобраћајна оптерећења и стање постојећих друмских мостова.", Фолић Р., Пут и саобраћај, 3/2003 стр. 15-28.
5. "Примена релационог модела код повезивања елемената грађевинских објеката, каталога оштећења и спецификација радова", Узелац Ђ. Матић Б., Научно-стручно саветовање: Оцена стања, одржавање и санација грађевинских објеката и насеља, 19.-22. април 2009, Дивчибаре, Уводни реферат стр 9-16.
6. "Материјал са предавања из предмета "Праћење, процена стања и одржавање грађевинских објеката" и "Материјали и технике санације и заштите грађевинских објеката", Радоњанин В, Малешев М.,
7. "Могућност примене страних искустава у управљању мостовима у нашој земљи", Ковачевић Ж., Паквор А., Фолић Р.: Саветовање "Оцена стања, одржавање и санације објеката у грађевинарству", Тара, 1999.
8. "О одржавању и санацији бетонских мостова-методологија и регулатива", Фолић Р., Томин М., Саветовање "Оцена стања, одржавање и санације објеката у грађевинарству", Златибор 2007.
9. Дирекције за путеве Србије: "База података о путевима, мостовима, саобраћају, тунелима и клизиштима" (1991 – 2008.)
10. "Класификација оштећења армирано-бетонских мостова", Б. Матић, Дипломски-мастер рад, ФТН Нови Сад, Новембар 2007.

ANALIZA KARAKTERISTIKA PARKIRANJA U CENTRALNOJ ZONI SOMBORA SA PREDLOGOM MERA ZA UNAPREĐENJE POSTOJEĆEG STANJA

ANALISE OF ATTRIBUTES OF PARKING IN CENTRAL ZONE OF SOMBOR WITH SUGESTIONS OF MESURMENTS FOR DEVELOPING OF EXISTING CONDITION

Dalibor Šlezak, Svetozar Kostić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U radu je prikazano trenutno stanje sistema parkiranja u centru grada Sombora i dat je predlog mera za unapređenje istog, odnosno rešavanja problema koje uzrokuju parkiranja u centralnom delu grada, na osnovu rezultata dobijenih istraživanjem.

Abstract – This project is presenting existing conditions of parking sistem in central zone of Sombor with sugestion of mesurments for developing the same, regarding to solutions of problems which are caused by stationare traffic in central area of town, based on result of researching.

Ključne reči: trenutno stanje, predlog mera

1. UVOD

Parkiranje vozila u centralnim gradskim zonama je masovna pojava. Ni u jednom gradu ne postoji višak parking prostora i u skoro svim se javljaju problemi koje uzrokuju parkiranja. Disproporcija između raspoloživog broja parking mesta i zahteva za parkiranjem je iz godine u godinu sve veća. Ovaj problem je naročito izražen u centru grada zbog toga što je u centru grada najveća koncentracija aktivnosti koje privlače veoma veliki broj korisnika parking površina. U Somboru, kao i u drugim gradovima, prisutan je problem nedostatka parking mesta, kao jedan od bitnih faktora koji utiču na normalno odvijanje saobraćaja. U cilju sagledavanja potreba i mogućnosti za realizaciju stacionarnog saobraćaja, nameće se potreba za sprovođenjem istraživanja u centralnoj zoni Sombora kako bi se utvrdile karakteristike parkiranja.

2. ANALIZA SISTEMA PARKIRANJA

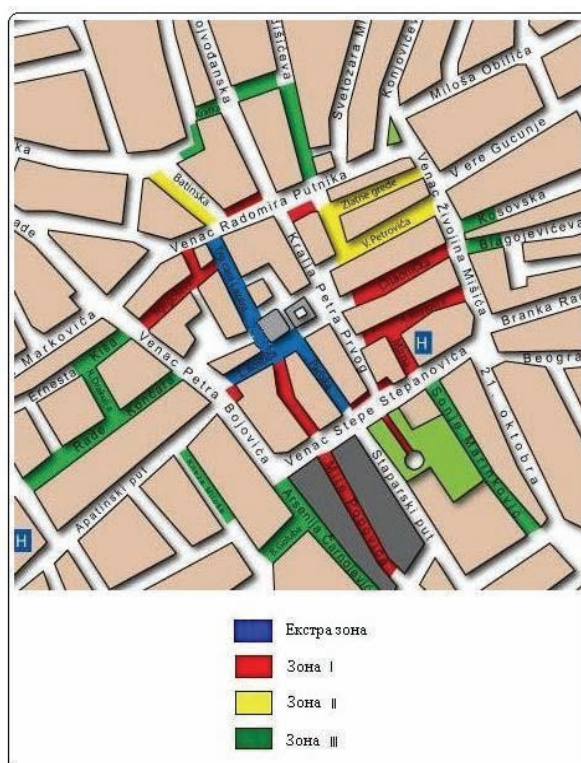
2.1. Zonski režim parkiranja, vremensko ograničenje i sistem naplate

Ovim režimom parkiranja grad je podeljen u četiri zone:

- Ekstra zonu (plavu): naplata se vrši u periodu od 7 do 19 časova u vreme zimskog računanja vremena odnosno od 7 do 20 časova u vreme letnjeg računanja vremena; ograničeno vreme zadržavanja na 2 časa i cena parkiranja je 31,30 din./čas.

- Prvu zonu (crvenu): naplata se vrši u periodu od 7 do 19 časova u vreme zimskog računanja vremena odnosno od 7 do 20 časova u vreme letnjeg računanja vremena i subotom u periodu od 7 do 13 časova; vreme zadržavanja nije ograničeno i cena parkiranja iznosi 24,80 din./čas.
- Drugu zonu (žutu): naplata se vrši u periodu od 7 do 19 časova u vreme zimskog računanja vremena odnosno od 7 do 20 časova u vreme letnjeg računanja vremena i subotom u periodu od 7 do 13 časova; vreme zadržavanja nije ograničeno i cena parkiranja iznosi 18,30 din./čas.
- Treću zonu (zelenu): naplata se vrši u periodu od 7 do 15 časova i subotom u periodu od 7 do 13 časova; cena parkiranja 37,80 din./dan.

Napomena: nedeljom i praznicima se ne vrši naplata.



Slika 1. Zone parkiranja

Plaćanje parkinga se može obaviti na nekoliko načina i to: putem parking karte (za svaku zonu postoji odgovarajuća parking karta); plaćanje mobilnim telefonom slanjem poruke na odgovarajući broj (svaka zona ima svoj broj);

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je dr Svetozar Kostić, red. profesor.

putem pretplatne parking karte, dnevne parking karte i povlašćene parking karte.

2.2. Prekršaji parkiranja i kontrola

Primena ograničenog vremena zadržavanja, kao i način rešavanja problema parkiranja, daće efekte jedino ako se vreme zadržavanja koje je propisano poštuje od strane korisnika. Korisnici parking mesta često prave prekršaje, bilo da ne poštuju vreme zadržavanja, ne plaćaju uslugu ili nepropisno parkiraju. Kako bi se izbegle negativne posledice, koje uzrokuju ovakva ponašanja, neophodna je kontrola i sankcionisanje ovih korisnika. Depo služba u svom sastavu ima tri vozila, i to jedno specijalno vozilo ("PAUK") i dva "pick-up" vozila.

2.3. Inventarski broj parking mesta

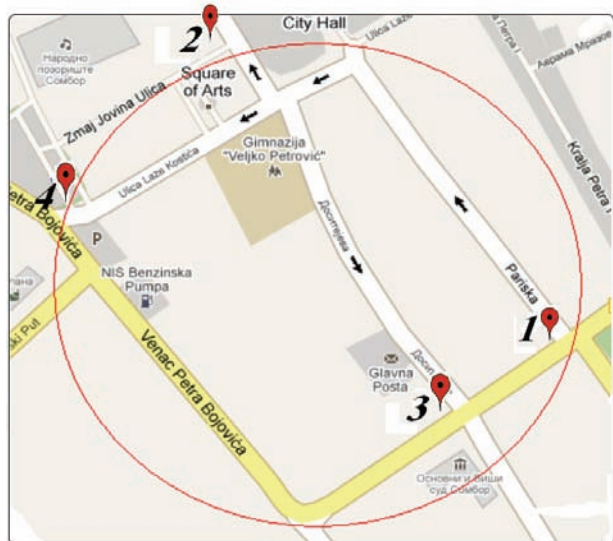
Tabela 1. Inventarski broj parking mesta

NAZIV ZONE	BROJ MESTA
Ekstra zona	125
Prva zona	400
Druga zona	90
Treća zona	472
Ukupno	1087

3. KARAKTERISTIKE PARKIRANJA NA LOKACIJI NA KOJOJ JE VRŠENO ISTRAŽIVANJE

Karakteristike parkiranja su utvrđene na osnovu brojanja saobraćaja na zadatim lokacijama, posmatranjem na terenu i anketiranjem korisnika parkirališta. Brojanje saobraćaja vršeno je u periodu od 10 do 16 časova na sledećim lokacijama (Slika 2):

1. ulaz u Parisku ulicu,
2. izlaz kod Trga Svetog Trojstva,
3. izlaz iz ulice Dositeja Obradovića i
4. izlaz iz ulice Laze Kostića.



Slika 2. Lokacija na kojoj je vršeno brojanje saobraćaja

Saobraćaj na ovim lokacijama je jednosmeran, pa sva vozila koja su se pojavila na ulazu odnosno registrovala

kao zatečena u 10 časova, morala su da se pojave na jednom od tri izlaza odnosno da se registruju kao vozila koja su ostala na parkiralištu posle 16 časova.

Zapisivanjem registarske oznake i vremena ulaza vozila na pomenutu lokaciju i vremena izlaza i registarske oznake na nekom izlazu možemo doći do vremena zadržavanja svakog vozila na posmatranom području. Brojanjem saobraćaja na datim lokacijama i obradom podataka došlo se do potrebnih informacija o karakteristikama parkiranja, a tu pre svega mislimo na: koncentraciju parkiranja (akumulaciju i obim parkiranja), obrt i trajnost parkiranja. Koncentracija parkiranja predstavlja broj parkiranih vozila (na nekom parkiralištu) u nekom vremenskom intervalu.

Akumulacija predstavlja broj parkiranih vozila na nekom prostoru u krećem vremenskom intervalu, dok obim parkiranja predstavlja broj parkiranih vozila za vreme u toku kog jer vršeno brojanje saobraćaja.

Da bi se utvrdile potrebe za izgradnju novih kapaciteta potrebno je poznavati iskorišćenje postojećih kapaciteta. Trajnost parkiranja predstavlja vreme zadržavanja vozila na nekom parkiralištu. Postoje kratkotrajna i dugotrajna parkiranja, a za granicu između ova dva parkiranja uzimamo 2 sata. Trajnost parkiranja zavisi od svrhe dolaska u posmatranu zonu, veličine grada i mesta gde se obavlja parkiranje. Obrt parkiranja predstavlja količnik broja korisnika parkinga i broja parking mesta. Obrt parkiranja zavisi od vremena zadržavanja, veličine grada, mesta gde se obavlja parkiranje, postojanja regulativnih mera i uzroka parkiranja.

$$O_p (=) \frac{B_v}{C_p} [\text{voz/mestu}] \quad (1)$$

Posmatranjem na terenu utvrđene su karakteristike parkirališta. Parkirališta u ulicama na kojima je vršeno snimanje karakteristika parkiranja su analizirana sa aspekta organizacije, broja parking mesta i stanja signalizacije i opreme. Pored navedenog izvršen je i popis aktivnosti (kao generatori putovanja) u posmatranom području. Na pomenutoj lokaciji se primenjuje ulično parkiranje pod uglom od 0° (paralelno sa ivičnjakom), osim u ulici Laze Kostića gde se obavlja pod uglom od 45°. Ulica Laze Kostića i Pariska ulica pripadaju ekstra zoni dok ulica Dositeja Obradovića pripada prvoj zoni. Ukupan broj parking mesta iznosi 108, a 6 mesta je namenjeno osobama sa invaliditetom. Stanje horizontalne i vertikalne signalizacije je na zadovoljavajućem nivou. Prilikom prikupljanja podataka na terenu izvršen je popis aktivnosti. Aktivnosti, kao generatori putovanja, grupisani su na sledeći način: zanatstvo i usluge; turizam i ugostiteljstvo; trgovina; zdravstvo i farmacija; računovodstvo i administracija; bankarstvo i finansije; kultura i obrazovanje i na kraju stanovanje. U posmatranom području je najzastupljenija trgovina.

Metodom ankete moguće je prikupiti podatke koje nije moguće prikupiti metodom posmatranja na terenu i brojanjem saobraćaja. Anketiranjem je utvrđena svrha dolaska na pomenuta parkirališta, mogućnost pronalazjenja parking mesta iz prvog pokušaja, ocena postojećeg stanja, prihvatljiva cena po času parkiranja i šta je za korisnike najvažnije u pogledu parkiranja (da ima mesta, blizina cilja, cena ili sve).

Ocenu postojećeg stanja parkiranja u centralnoj zoni Sombora moguće je dati na osnovu rezultata dobijenih ispitivanjem karakteristika parkiranja.

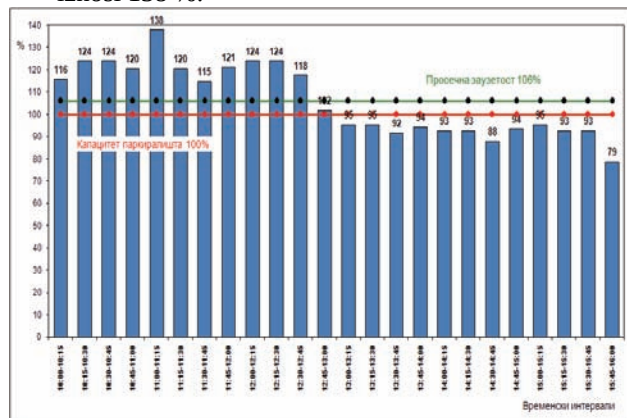
Analizom karakteristika parkiranja na uzorku, za postojeće stanje sistema parkiranja, moguće je konstatovati sledeće:

- Obrt parkiranja za posmatrano područje u periodu od 10 do 16 časova iznosi 7,1 voz./mestu.
- U periodu brojanja saobraćaja na ulaznom grlu registrovano je 1468 ulazaka.
- Na 108 parking mesta u periodu od 10 do 16 časova, obim parkiranja iznosi 767 vozila.
- Analizom trajnosti parkiranja utvrđeno je da su najzastupljenija parkiranja do jednog sata (33,3 %)
- Broj vozila koji se zadržavao manje od 15 minuta, odnosno vozila koja su samo prošla kroz posmatrano područje, iznosi 51,1 % od ukupnog broja vozila.

Tabela 2. Vreme zadržavanja na parkiralištu

Временски интервал	Број	%
<15:00	800	51,1
0:15-1:00	522	33,3
1:00-2:00	148	9,4
2:00-3:00	49	3,1
3:00-4:00	23	1,5
4:00-5:00	5	0,3
>5:00	20	1,3
УКУПНО	1567	100

- Prosečna zauzetost parkirališta iznosi 106 %, a svoj maksimum dostiže u periodu od 11:00 do 11:15 i iznosi 138 %.



Slika 3. Dijagram akumulacije

- Najopterećenije izlazno grlo je grlo u ulici Dositeja Obradovića.



Slika 4. Opterećenje izlaznih grla

- 63,4 % korisnika je navelo da nije pronašlo slobodno parking mesto iz prvog pokušaja.
- Prosečna ocena sistema parkiranja od strane korisnika je 3,3.
- 43,9 % od ukupno anketiranih se izjasnilo da im je prihvatljiva cena po satu parkiranja 20 dinara, a 29,3 % se izjasnilo da ima je 25 dinara prihvatljiva cena.
- U pogledu prioriteta 46,3 % se izjasnilo da im je najvažnije da ima mesta, a potom ide blizina cilja sa 24,4 % od ukupno anketiranih.
- Najveći broj korisnika na posmatrano područje dolazi sa svrhom privatni posao (29,3 %) i kupovina (24,4 %).

 СОМБОР	АНКЕТА КОРИСНИКА ПАРКИНГ ПРОСТОРА		 ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧНИХ НАУКА НОВИ САД ДЕПАРТАМАН ЗА САОБРАЋАЈ
	Анкетно место:		
	Датум:		
	Време анкетирања:		

1. Регистарски број возила анкетираних лица.		
2. Број путника у возилу.		
3. Која је сврха (разлог) Вашег доласка ?		
a) посао	b) школа	c) приватан посао
d) купovina	e) рекреација	f) повратак у стан
g) остало		
4. Колико често аутомобилом долазите на ово parkiralište? a) дневно b) недељно c) месечно		
5. Да ли сте (лако) из prvog покушаја пронашли слободно место за parkiranje? a) ДА b) НЕ		
6. Како оцењујете постојећи систем parkiranja? (1-5)		
7. Која је за Вас прихватљива цена parkiranja по сату?		
8. Шта је за Вас у погледу parkiranja најважније? a) да има места b) близина циља c) цена d) друго		

Slika 5. Izgled anketnog obrasca

- Stanje horizontalne i vertikalne signalizacije na pomenutim lokacijama je na zadovoljavajućem nivou.
- Sva pešačenja su ispod 5 minuta pa nisu uzeta u obzir.
- Uticaj JGP-a ne postoji, jer ovaj vid prevoza nije razvijem.

4. PREDLOG MERA ZA UNAPREĐENJE POSTOJEĆEG SISTEMA PARKIRANJA

Na osnovu dobijenih rezultata snimanja vidimo da je glavni problem disproporcija između zahteva za parkiranjem i raspoloživog kapaciteta. Pored toga javljaju se i neki drugi problemi. Za rešavanje ovih problema postoji nekoliko mera čijim bi se zajedničkim delovanjem mogao uspešno sankcionisati ovaj problem:

- Povećanje broja parking mesta tamo gde to dozvoljavaju tehnički (ograničavajući) uslovi. Povećanje broja parking mesta se može postići povećanjem ugla parkiranja čime se na jedinicu dužine može smestiti veći broj parking mesta. Sa druge strane, rešavanje ovog problema na ovaj način povlači za sobom i određene nedostatke (smanjuje se bezbednost, duže vreme čekanja na prolaz...)
- Još jedan način regulisanja broja zahteva za parkiranjem u najopterećenijim delovima je i povećanje cene parkiranja. Treba voditi računa o tome da se povećanjem cene parkiranja preko određene granice može odbiti značajan broj korisnika i dovesti do neiskorišćenosti kapaciteta.
- Izmena zonskog režima. Trenutnim sistemom parkiranja u strogom centru grada definisane su tri zone i tzo ekstra, prva i druga. U prvoj i drugoj vreme zadržavanja nije ograničeno pa se samim tim

smanjuje obrt parkiranja, odnosno parkirališta u centru grada su dostupna manjem broju korisnika. Predlog je da se u strogom centru grada formira jedinstvena prva zona, u kojoj će vreme zadržavanja biti limitirano na dva sata i cena parkiranja će biti najskuplja. U neposrednoj blizini strogog centra treba formirati drugu zonu. U ovoj zoni cena parkiranja po satu bi bila niža nego u prvoj zoni, ali vreme zadržavanja ne bi bilo ograničeno. Ova parkirališta bi bila namenjena korisnicima koji dugotrajno parkiraju (npr. korisnici koji dolaze u centar sa svrhom posao). Treća zona bi obuhvatala parkirališta oko nekih atraktivnih sadržaja van centra grada (autobuska i železnička stanica; bolnice, hipodrom, pijaca, sportski centri...). Naplata parkiranja bi se vršila po danu, a ne po času. U sve tri zone bi postojala mogućnost plaćanja parking putem pretplatnih i povlašćenih parking karti, a u drugoj zoni i mogućnost plaćanja putem dnevne parking karte.



Slika 6. Predlog izmene zona parkiranja u centru grada

- Pored disproporcije između droja zahteva za parkiranjem i kapaciteta parkirališta na pomenutim lokacijama se javljaju i problemi koje uzrokuju nepropisno parkirana vozila (na trotoarima, kolskim ulazima, zelenim površinama...). Predlog je da se na trotoarima, zelenim površinama i svugde gde nije dozvoljeno parkiranje postavim stubiće, čime bi se onemogućilo parkiranje na ovim površinama. Na taj način bi se zaštitili pešaci, sprečilo narušavanje kvaliteta životne sredine, eliminisala vozila koja ometaju tekući saobraćaj...

Uz navedene mere koje se tiču konkretne lokacije, moguće je sprovesti i neke druge mere koje bi se povoljno odrazile na celokupan sistem parkiranja u gradu. Ove mere se odnose na:

- Mirujući saobraćaj – postojeća parkirališta u centru grada je potrebno zadržati. Ukoliko se utvrdi nedostatak parking površina za smeštanje putničkih automobila, planira se izgradnja podzemnih parking garaža ispod gradskih trgova. Ovim bi se rešio problem nedostatka parking prostora. Takođe se planira izmeštanje benzinske pumpe na kojoj je

moguće napraviti parkiralište ili podzemnu parking garažu.

- Biciklistički saobraćaj – Predstavlja značajan vid saobraćaja u gradu i očekuje se njegovo povećanje. Izgradnjom biciklističke staze oko centra i duž glavnih gradskih saobraćajnica, može se pretpostaviti njegovo povećanje. Zbog toga se predviđa izgradnja natkrivenih parkinga za bicikle na desetak lokacija u centru grada. Ovim bi se stvorili uslovi za intenzivnije korišćenje ovog vida prevoza čime bi se smanjilo korišćenje automobila za dolazak u centar grada a samim tim i problemi koje uzrokuju parkiranja.

5. ZAKLJUČAK

Za potrebe realnog sagledavanja stanja sistema parkiranja na području centra grada Sombora i identifikovanje problema, vršena su istraživanja karakteristika parkiranja. U okviru istraživanja vršeno je snimanje ulične mreže i postojeće organizacije parkirališta, brojanje saobraćaja i anketiranje korisnika parkirališta. Problemi parkiranja u centralnoj zoni grada Sombora su vezani za nedostatak kapaciteta i nepostojanje uređenog sistema parkiranja na širem centralnom području. Shodno tome, osnovni cilj ovog rada bio je identifikacija problema parkiranja i predlog mera za otklanjanje istih. Na osnovu rezultata istraživanja identifikovani su problemi parkiranja u gradu i za rešavanje istih postoji nekoliko mera. Izmenom zonskog režima moguće je povećati obrt parkiranja i samim tim bi raspoloživi broj mesta bio dostupan većem broju korisnika. Izgradnjom parking garaža bi se rešio problem nedostatka kapaciteta. Razvojem javnog gradskog saobraćaja, kao i biciklističkog preusmerio bi se značajan broj korisnika parkirališta na ove vidove saobraćaja i na taj način bi se umanjili problemi parkiranja u gradu. realizacija ovih mera bi omogućila uvođenje komunalnog reda u ovu oblast.

6. LITERATURA

- [1] Dr. N. Putnik, "Autobaze i Autostanice", Saobraćajni fakultet Beograd, Beograd 1992.
- [2] Grupa autora, "Plan detaljne regulacije centralne zone Venac u Somboru", Službeni list grada Sombora br.3/2009.

Kratka biografija:



Dalibor Šlezak rođen u Splitu 1983. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Drumski saobraćaj odbranio 2010.god.



Svetozar Kostić rođen je u Plevljima 1949. godine. Doktorirao je na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu 1989 godine, a od 1992. godine radi na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu kao redovni profesor.

ANALIZA USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA U CENTRALNOJ ZONI TEMERINA

ANALYSIS TRAFFIC CONDITIONS IN THE CENTRAL ZONE TEMERIN

Jovica Gadzić, Vuk Bogdanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - SAOBRAĆAJ**

Sadržaj - Osnovni predmet ovog istraživanja jeste ispitivanje uslova odvijanja saobraćaja na delu Novosadske ulice u Temerinu, od ulice Čaki Lajoša do ulice Petefi Šandora. Na ovom delu Novosadske ulice izvršena su istraživanja karakteristika saobraćajnog toka i utvrđeni parametri na osnovu kojih su prema metodologiji HCM 1994 utvrđen nivo usluge i definisane kritične tačke. Cilj rada je identifikovanje nepovoljnih uslova odvijanja saobraćaja, kako bi se predložile konkretne i odgovarajuće mere koje bi doprinele poboljšanju postojećih uslova i kvalitetnijem odvijanju saobraćaja.

Ključne reči - Svetlosna signalizacija, raskrsnice, kriterijum, saobraćajni tok, uslovi odvijanja saobraćaja, nivo usluge.

Abstract - The subject of this research is to examine the traffic conditions on the part of the street Novosadska in Temerin, from the street Čaki Lajos to Petefi Šandora street. On this part of the street Novosadska study of the characteristics of traffic flow and set of parameters which are the HCM-1994 methodology specified level of service and defined the critical point. The aim is to identify adverse conditions of traffic, in order to propose concrete and appropriate measures that would contribute to the improvement of existing conditions and quality of traffic.

1.UVOD

Stepen razvoja na kom se danas nalazimo uslovljava nas i usmerava na saobraćaj kao neophodan element čovekove svakodnevnice, bitan faktor njegove mobilnosti i opšteg kvaliteta života. Na čestu pojavu zastoja najčešće utiču uska površina za odvijanje saobraćaja i sve veći broj vozila. Kako bi se poboljšali uslovi za odvijanje saobraćaja, najčešće se koriste regulativne mere. Njihovom primenom, uz minimalna materijalna sretstva mogu se znatno smanjiti vremenska zadržavanja vozila u saobraćaju.

Međutim, uvođenje svetlosne signalizacije na raskrsnice, za većinu gradova predstavlja značajnu investiciju koju je potrebno opravdati. Predmet ovog istraživanja jeste ispitivanje uslova odvijanja saobraćaja u u ulici Novosadska u Temerinu. Potrebno je snimiti postojeće stanje i videti u kakvim uslovima se odvija saobraćaj u ovoj ulici. Na analiziranim raskrsnicama su prethodno sprovedena istraživanja karakteristika saobraćajnog toka i izvršena je analiza nivoa usluge.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio dr Vuk Bogdanović, prof.

Cilj rada jeste identifikovanje nepovoljnih uslova odvijanja saobraćaja kako bi se predložile konkretne odgovarajuće mere koje bi doprinele poboljšanju postojećih uslova i kvalitetnijem odvijanju saobraćaja u Novosadskoj ulici.

2. POLOŽAJ PUTNOG PRAVCA I NJEGOVE PROSTORNE KARAKTERISTIKE

Mreža primarnih i sekundarnih gradskih saobraćajnica neposredno je povezana sa lokalnim i regionalnim putevima, pri čemu kapacitet mreže i njen prostorni razmeštaj odgovaraju zahtevima Temerina. Glavna gradska saobraćajnica je Novosadska ulica R-120, koja preseca centralnu gradsku zonu. Na ovoj saobraćajnici vlada veliko saobraćajno opterećenje u toku celog dana, svim danima u sedmici. Novosadska ulica ima 5 signalisanih raskrsnica na području Temerina i Bačkog Jarka. U ovom radu biće analizirane sledeće raskrsnice :



Slika 1. Prikaz gradske saobraćajnice

1. Novosadska ulica R-120–Ulica Čaki Lajoša R-104 (R1)
2. Novosadska ulica – Ulica Marka Oreškovića(R2);
3. Novosadska ulica – Ulica Košut Lajoša (R3);
4. Novosadska ulica – Ulica Petefi Šandora (R4)

Rastojanja između navedenih raskrsnica iznosi:

Raskrsnica R1 - Raskrsnica R2 = 393 m

Raskrsnica R2 - Raskrsnica R3 = 419 m

Raskrsnica R3 - Raskrsnica R4 = 258 m

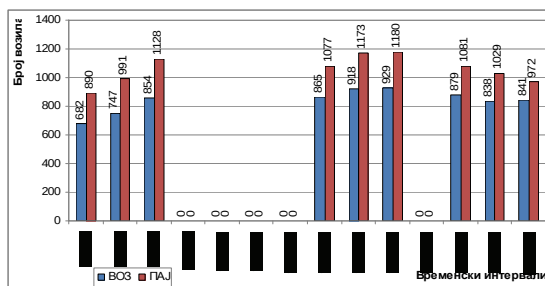
Novosadska ulica se sastoji od dve kolovozne trake, po jedna za svaki smer kretanja. Kolovozne trake u oba smera se sastoje od po jedne saobraćajne trake. Na prilazima pojedinih raskrsnicama, na kojima postoje intenzivna leva skretanja, izvršeno je proširenje kolovoza za širinu jedne saobraćajne trake (R1 i R4). Raskrsnice R1, R2, R3 i R4 spadaju u grupu klasičnih četvorokrakih raskrsnica pravilnog geometrijskog oblika sa četiri ulivno–izlivna pravca. Regulisanje korišćenja zajedničke površine raskrsnice, kao i tokova pešačkog i biciklističkog saobraćaja izvršeno je svetlosnom signalizacijom, osim raskrsnice R2, koja je prioritarna. Na svim prilazima iz Novosadske ulice postoje izdvojene pešačke i biciklističke staze.

3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA NA POSMATRANOM POTEZU BULEVARA OSLOBOĐENJA

Da bi se izvršila analiza postojećih uslova odvijanja saobraćaja na posmatranom potezu izvršeno je brojanje saobraćaja na raskrsnicama, koje su predmet razmatranja. Brojanje saobraćaja na raskrsnicama vršeno je u sredu 11.08.2010. godine. Sva brojanja vršena su u intervalima od 07:00 do 09:00, 13:00 do 16:00 i 17:00 do 20:00 časova po petnaestominutnim intervalima. Brojanje pešaka nije vršeno. Sva brojanja su vršena nezavisno za svako ulivno grlo raskrsnice po smerovima kretanja.

3.1. Rezultati brojanja saobraćaja na raskrsnici Novosadska ulica-Ulica Čaki Lajoša (R1)

Nakon sprovedenog brojanja saobraćaja izvršena je analiza podataka i na osnovu njih je dobijen grafik časovne distribucije tokova vozila raskrsnice po satnim intervalima.



Grafik 3.1. Časovna distribucija tokova vozila na raskrsnici

Kao što se može videti sa grafika 3.1. na ovoj raskrsnici tokom čitavog dana vladaju velika saobraćajna opterećenja. U daljoj analizi vršiće se obrada dole navedenih satnih intervala, koja najbolje oslikavaju jutarnje, podnevno i večernje opterećenje raskrsnice. Taj princip biće primenjen i na preostale tri raskrsnice.

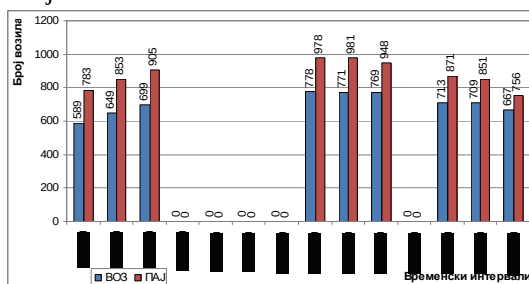
Izmerena vršna opterećenja su :

- jutarnje od 8:00 do 9:00 sati;
- podnevno od 15:00 do 16:00 sati;
- večernje od 17:00 do 18:00 sati.

3.2. Rezultati brojanja saobraćaja na raskrsnici Novosadska ulica-Ulica Marka Oreškovića (R2)

Izmerena vršna opterećenja su :

- jutarnje od 8:00 do 9:00 sati;
- podnevno od 13:00 do 14:00 sati;
- večernje od 17:00 do 18:00 sati.



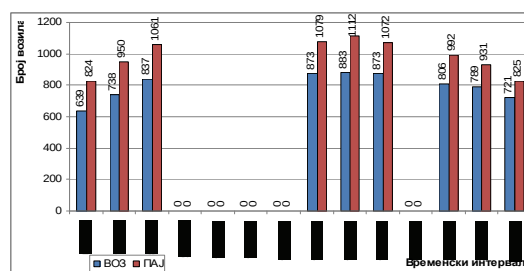
Grafik 3.2. Časovna distribucija tokova vozila na raskrsnici

3.3. Rezultati brojanja saobraćaja na raskrsnici Novosadska ulica-Ulica Košut Lajoša (R3)

Izmerena vršna opterećenja su :

- jutarnje od 8:00 do 9:00 sati;

- podnevno od 14:00 do 15:00 sati;
- večernje od 17:00 do 18:00 sati.

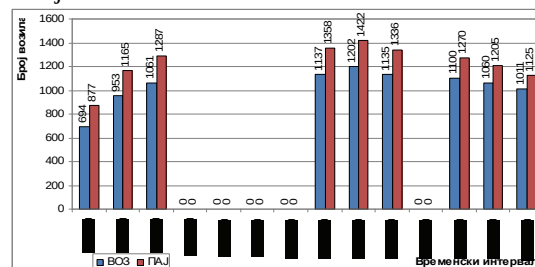


Grafik 3.3. Časovna distribucija tokova vozila na raskrsnici

3.4. Rezultati brojanja saobraćaja na raskrsnici Novosadska ulica-Ulica Petefi Šandora (R4)

Izmerena vršna opterećenja su :

- jutarnje od 8:00 do 9:00 sati;
- podnevno od 14:00 do 15:00 sati;
- večernje od 17:00 do 18:00 sati.



Grafik 3.4. Časovna distribucija tokova vozila na raskrsnici

4. PRORAČUN PARAMETARA SAOBRAĆAJNOG TOKA [4]

$$S = S_0 \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_a \cdot f_{LT} \cdot f_{RT} \quad (1)$$

S -zasićen tok; S_0 -osnovni zasićen tok; N -broj saobraćajnih traka u grupi traka; f_w -korekcionni faktor za širinu saobraćajne trake; f_{HV} -korekcionni faktor za teška vozila; f_g -korekcionni faktor uticaja uzdužnog nagiba; f_p -korekcionni faktor koji uzima u obzir uticaj parkiranja; f_{bb} -korekcionni faktor koji uzima u obzir zaustavljanje lokalnih autobusa; f_a -korekcionni faktor za tip područja; f_{LU} -korekcionni faktor za širinu trake; f_{LU} -korekcionni faktor za leva skretanja; f_{RT} -korekcionni faktor za desna skretanja.

Proračun kapaciteta vršen je na osnovu formule:

$$C_i = S_i - \frac{g_i}{c} \quad (2)$$

C_i - kapacitet grupe traka (PA/h)

S_i - zasićeni tok za grupu traka (PA/h)

g_i/c - odnos efektivnog zelenog svetla za grupu traka i ciklusa

-odnos efektivnog zelenog vremena za grupu traka i . Proračun vremenskih gubitaka i nivoa usluge računa se prema sledećoj relaciji:

$$D = d_1 \cdot PF + d_2 \quad (3)$$

gde je:

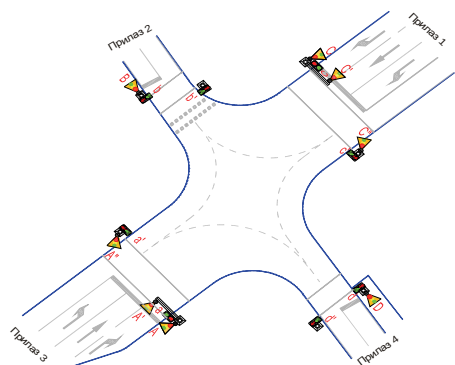
d - vremenski gubici zbog zaustavljanja na raskrsnici (s/voz)

d_1 - uniformni vremenski gubici (s/voz)

d_2 - dodatni vremenski gubici usled slučajnog dolaska vozila na raskrsnicu (s/voz)

Tabela 4.1. Vremenski gubici i nivo usluge za period vršnog opterećenja – raskrsnica R1

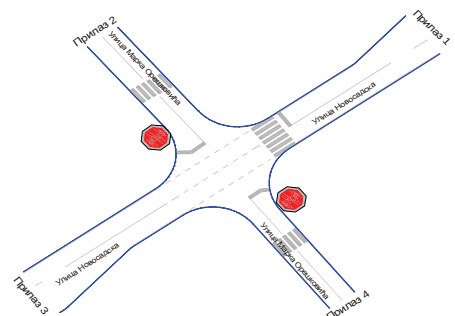
Prilaz	Namena	Vremenski gubici			Nivo usluge		
	Sao,	(s/voz)					
	Traka	traka	prilaz	rask,	traka	prilaz	rask,
1	L	7	7	8	B	B	B
	P	8			B		
	D	0			A		
2	LPD	10	10		B	B	
3	L	7	6		B	B	
	P	8			B		
	D	0			A		
4	LPD	10	10		B	B	



Slika 4.1. Raskrsnica R1 (Novosadska – Čaki Lajoša)

Tabela 4.2. Vremenski gubici i nivo usluge za period vršnog opterećenja - raskrsnica R2 [3]

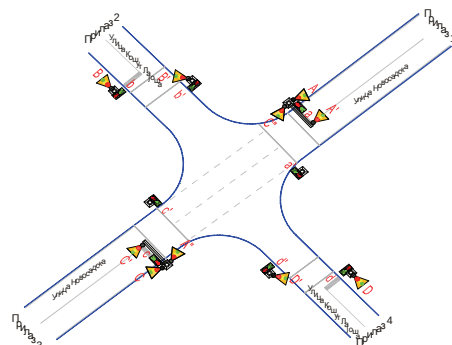
Prilaz		Vremenski gubici		Nivo usluge	
		Prilaz	Raskrsnica	Prilaz	Raskrsnica
1	Glavni	3	4	A	A
2	Sporedni	9		B	
3	Glavni	3		A	
4	Sporedni	6		B	



Slika 4.2. Raskrsnica R2 (Novosadska – Marka Oreškovića)

Tabela 4.3. Vremenski gubici i nivo usluge za period vršnog opterećenja - raskrsnica R3

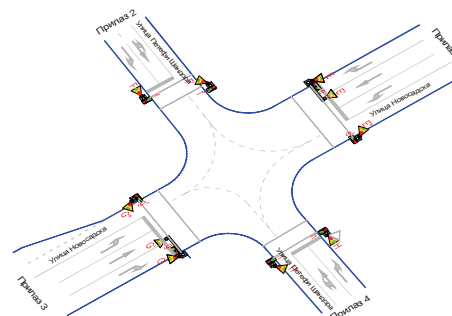
Prilaz	Namena	Vremenski gubici			Nivo usluge		
	Sao,	(s/voz)					
	Traka	traka	prilaz	rask,	traka	prilaz	rask,
1	LPD	5	5	7	A	A	B
2	LPD	11	11		B	B	
3	LPD	6	6		B	B	
4	LPD	11	11		B	B	



Slika 4.3. Raskrsnica R3 (Novosadska – Košut Lajoša)

Tabela 4.4. Vremenski gubici i nivo usluge za period vršnog opterećenja - raskrsnica R4

Prilaz	Namena	Vremenski gubici			Nivo usluge		
	Sao,	(s/voz)					
	Traka	traka	prilaz	rask,	traka	prilaz	rask,
1	L	5	6	7	A	B	B
	P	7			B		
	D	0			A		
2	LP	15	9		B	B	
	D	0			A		
3	L	5	6		A	B	
	P	7			B		
	D	0			A		
4	LP	12	9		B	B	
	D	0			A		



Slika 4.4. Raskrsnica R4 (Novosadska – Petefi Šandora)

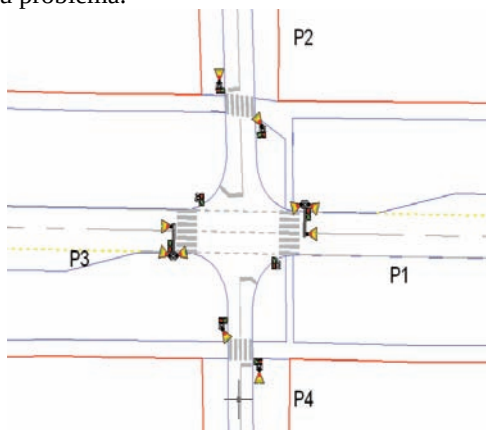
5. PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE USLOVA ODVIJANJA SAOBRAĆAJA NA ANALIZIRANIM RASKRSNICAMA

Na osnovu izvršene analize odvijanja saobraćaja na posmatranom delu regionalnog puta R-120, možemo doći do zaključka da sve četiri raskrsnice na posmatranoj deonici funkcionišu sa zadovoljavajućim nivoima usluge „A“ ili „B“,

Pa su zbog toga u ovoj glavi predložene i ispitane mere za poboljšanje odvijanja saobraćaja na sve četiri raskrsnice i to u vidu: poboljšanja konfora vožnje, smanjenja nivoa buke i smanjenju i zagađenja. [1] [2]

Prva grupa mera koja se predlaže obuhvata semaforisanje inače prioritete raskrsnice R2 (Ulica novosadska - Marka Oreškovića). Prilikom izrade plana tempiranja vreme trajanja ciklusa ćemo postaviti na $c=60$ sekundi kao što je i na ostale tri raskrsnice, jer je to jedan od uslova za linijsku koordinaciju (drugu grupu mera). Raspodela faza raskrsnice R2 je ista kao i kod opterećenije raskrsnice R3 (glavni prilazi = 33 sekunde, a sporedni 20 sekundi). Još i da napomenem da su raskrsnice R2 i R3 geometrijski jako slične. Sporedni prilazi raskrsnice R2 su izuzetno slabo opterećeni. U odnosu na sporedne prilaze ostalih raskrsnica (R1, R3 i R4) su i najmanje opterećeni, tako da semaforisanjem raskrsnice R2 nećemo narušiti nivo usluge njenih sporednih prilaza

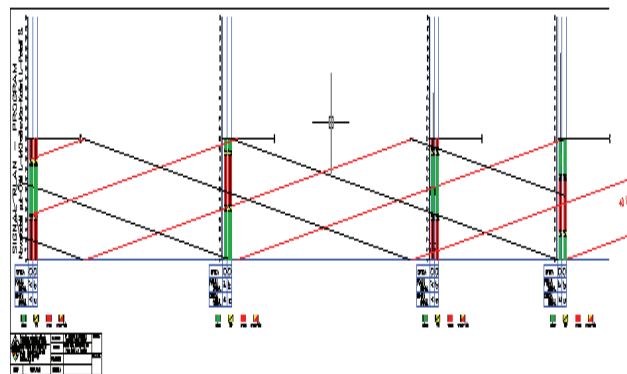
Druga grupa mera se odnosi na koordinaciju svetlosnih signala sve četiri raskrsnice (R1, R2, R3, i R4). U ovom slučaju smo imali to, da tranzitna zona X3 u većoj meri odstupa od tranzitnih zona X1 i X2, što nam je svakako predstavljalo otežavajuću okolnost, ali i izazov na putu ka rešenju problema.



Slika 5.1. Raskrsnica R2 (Novosadska – Marka Oreškovića) – dispozicija signala



Slika 5.2. Plan tempiranja Raskrsnice R2 (Novosadska – Marka Oreškovića)



Slika 5.3. Linijska koordinacija

6. ZAKLJUČAK

I nakon primenjenih regulativnih mera, koje predstavljaju samo privremeno rešenje za ublažavanje nekih od problema, ostvareno je povećanje konfora za vozače i smanjenje nivoa buke, vibracija i emisije štetnih gasova, što utiče na manju zagađenost naselja i mirniji život stanovništva.

Buka i vibracija su samo neki od mnoštva štetnih produkata drumskih vozila, koji zadaju velike probleme stanovnicima tog dela grada, kao i njihovim stanbenim objektima. Izmeštanjem tranzitnog saobraćaja van grada bi se postiglo dugoročno poboljšanje saobraćaja u Temerinu.

7. LITERATURA

- [1] Kuzović Lj., Bogdanović V., "Teorija saobraćajnog toka", Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2004.
- [2] Kuzović Lj. „Kapacitet i nivo usluge drumskih saobraćajnica“ Beograd 2000 god.
- [3] Djordjević T., Bogdanović V., "Kapacitet putnih i uličnih ukrštanja – prioritete raskrsnice", Novi Sad, 2002.
- [4] Highway Capacity Manual 1994,

Kratka biografija:



Jovica Gadzić rođen u Vrbasu (Republika Srbija) 1983. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti saobraćaja odbranio je 2010. godine.

Vuk Bogdanović rođen je u Sremskoj Mitrovici 1966 godine. Zaposlen je na Departmanu za saobraćaj, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Trenutno u zvanju docenta na Katedri za saobraćajne sisteme.

SIMULACIJA RADA OPTIČKIH POJAČAVAČA

OPTICAL AMPLIFIER SIMULATION

Goran Kenig, Željens Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Rad sadrži sažet pregled optičkih pojačavača koji se danas upotrebljavaju. Takođe se bavi upoznavanjem sa OptiWave softverom, njegovim osnovnim funkcijama i projektom tri optička pojačavača dopirana erbijumom sa različitim konfiguracijama upumpavanja. Na kraju rada izvršeno je poređenje rezultata u pogledu ostvarenog pojačanja signala i šuma.

Abstract – The paper contains a brief overview of optical amplifiers in use today. It also contains an introduction to the OptiWave software, its basic functions and a design of three erbium-doped fiber amplifiers with different pumping schemes. In the end the results were compared with regards to the achieved amplification of signal and noise.

Ključne reči: Optički pojačavači, EDFA, pojačanje, optičko vlakno.

1. UVOD

Na početku primene komunikacija putem optičkih vlakana, slabljenja u vlaknu na dugim trasama kompenzovana su korišćenjem električnih regeneratora. Kao što njihovo ime implicira, regeneratori su detektovali optički signal, pretvarali ga u električni signal, i koristeći laser, generisali novu verziju signala.

Ovaj postupak pogodan je kod prenosa signala kroz jedan optički kanal malog kapaciteta, ali postaje nepraktično kada treba da se prenesu desetina kanala multipleksiranih po talasnim dužinama (Wavelength Division Multiplexed – WDM). regeneratorske stanice postaju glomazne, sa velikom potrošnjom energije.

Danas je upotreba regeneratora zamenjena optičkim pojačavačima koji, nasuprot regeneratorima, pojačavaju sve oslabljene signale zajedno, bez njihovog pretvaranja u električan oblik. Uobičajeni optički pojačavači danas su optički pojačavači dopirani erbijumom (Erbium Doped Fiber Amplifiers – EDFAs), Ramanovi optički pojačavači i poluprovodnički optički pojačavači (Semiconductor Optical Amplifiers – SOAs).

OptiSystem je paket za simulaciju optičkih komunikacionih sistema. Koristi se za projektovanje, testiranje i optimizaciju optičkih veza svih vrsta u fizičkom sloju širokog spektra optičkih mreža, od sistema za analogni video prenos do interkontinentalne infrastrukture.

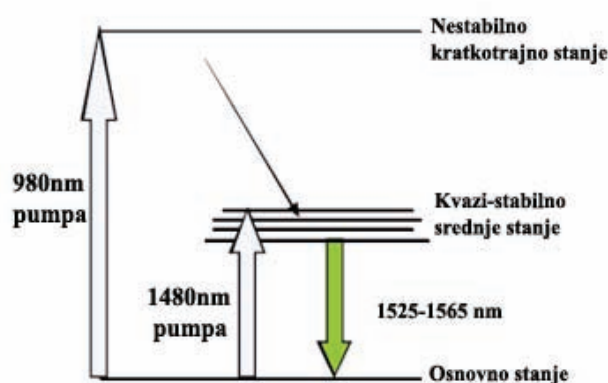
Između ostalog, OptiSystem omogućava i projektovanje različitih modela optičkih pojačavača, njihovu simulaciju i analizu učinka u pogledu pojačanja signala i šuma i drugih parametara od značaja za prenos signala u telekomunikacionim sistemima.

2. VRSTE OPTIČKIH POJAČAVAČA

2.1. Optički pojačavači dopirani erbijumom

Optički pojačavači dopirani erbijumom (EDFA) koriste laser (koji vrši upumpavanje) koji pobuđuje atome erbijuma kojima je dopirano nekoliko metara optičkog vlakna. Optička vlakna dopirana erbijumom obično se sastoje od bar jednog lasera koji vrši upumpavanje, čiji je izlaz optički uparen na ulaz jednog ili više redno povezanih namotaja optičkog vlakna dopiranog erbijumom.

Kada su atomi erbijuma osvetljeni energijom svetlosti odgovarajuće talasne dužine (980nm ili 1480nm) oni se pobuđuju u kvazi-stabilno dugotrajno stanje (vidi sliku 1.), posle čega se vraćaju na osnovno stanje emitovanjem fotona u opsegu između 1525 i 1565 nm. Ako fotoni već postoje u ovom opsegu talasnih dužina (npr. usled signala koji prolazi kroz EDF), onda ovi fotoni mogu da izazovu stimulisanu emisiju koja za rezultat ima dodatne fotone iste talasne dužine i karakteristika, kao i fotoni signala. Otuda, ako se talasna dužina upumpavanja i talasna dužina signala uporedo prostiru kroz EDF, doći će do prenošenja energije preko erbijumovih jona što za rezultat ima pojačavanje signala [2] [3] [4].



Slika 1. Energetski nivoi erbijumovih jona koji učestvuju u procesu pojačavanja.

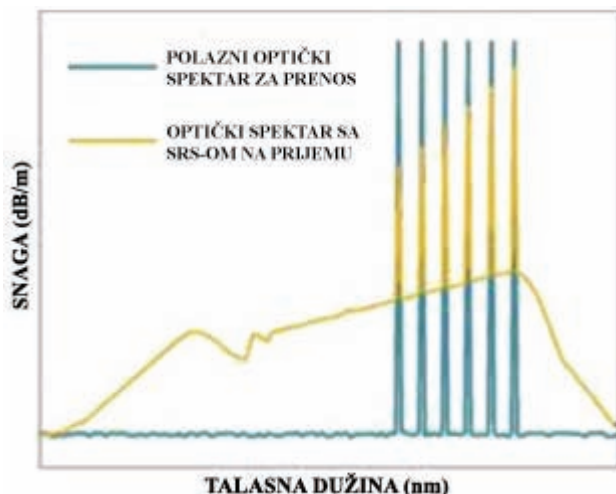
2.2. Ramanovi optički pojačavači

Ramanovi pojačavači zasnivaju se na stimulisanoj Ramanovom rasejanju (Stimulated Raman Scattering – SRS) (slika 2.), nelinearnom efektu koji može izazvati širokopojasno optičko pojačanje u optičkim vlaknima. SRS se

NAPOMENA:

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

može koristiti da pojača optički signal na odgovarajuću talasnu dužinu upotrebom jake radijacije na nižoj talasnoj dužini, zvanog radijacija pumpe.



Slika 2. Stimulisano Ramanovo rasejanje.

Ramanovo pojačanje proizilazi iz interakcije intenzivne svetlosti i optičkih fotona iz stakla u sastavu optičkog vlakna.

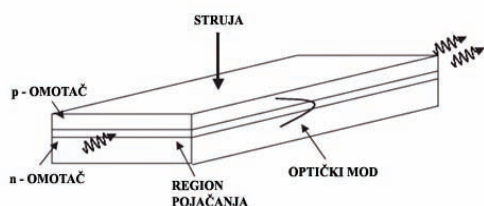
EDFA funkcioniše tako što „provlači“ optički signal kroz segment erbijumom dopiranog vlakna i upumpava taj segment svetlošću iz nekog drugog izvora kao što je laser. Izvor pumpe pobuđuje atome erbijuma u dopiranom segmentu, koji zatim služi da pojača optički signal koji tuda prolazi.

Za razliku od EDFA, Ramanovo pojačavanje je više raspodeljeno i događa se kroz čitavo optičko vlakno za prenos, kada je ono upumpavano na odgovarajućoj talasnoj dužini ili talasnim dužinama [1].

2.3. Poluprovodnički optički pojačavači

U ramanovim pojačavačima i EDFA, samo optičko vlakno služi kao medijum za pojačanje koji prenosi energiju sa lasera za upumpavanje na optički signal koji nosi podatke i prostire se kroz tu sredinu. U SOA, električna struja se koristi da vrši upumpavanje aktivnog regiona poluprovodničkog uređaja.

SOA su u stvari laserske diode bez ogledala na krajevima koje imaju optičko vlakno prikačeno na oba kraja (slika 3.). Dioda pojačavaju signal koji dolazi iz jednog vlakna i prenose pojačanu verziju istog signala kroz drugo vlakno. Obično se postavljaju u malo pakovanje i konstruisani su za 1310 nm i 1550 nm sisteme [5].

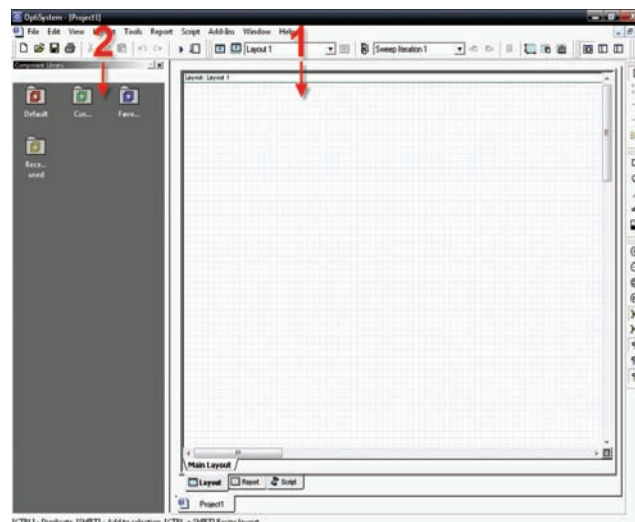


Slika 3. Šematski prikaz SOA bez talasovoda u bočnom pravcu.

3. PROJEKTOVANJE SISTEMA KORIŠĆENJEM OPTI-WAVE SOFTVERA

3.1. Grafički korisnički interfejs

Po startovanju OptiWave softvera, pojavljuje se grafički korisnički interfejs (slika 4.) koji se sastoji iz nekoliko prozora, menija i dugmadi i vrlo je intuitivan, što u mnogome olakšava rad. Glavni delovi ovog interfejsa su plan projekta i datoteka komponenti.



Slika 4. Grafički korisnički interfejs: 1. Plan projekta
2. Datoteka komponenti.

3.2. Parametri plana projekta

Prozoru sa parametrima plana projekta pristupa se tako što se u glavnom meniju otvara padajući meni *Layout* a zatim odabira *Parameters*. Na gornjoj liniji ovog prozora može se navesti ime projekta čiji se parametri podešavaju. Ovde se takođe mogu podesiti i globalni parametri. Globalne parametre čine parametri simulacije, signala, prostornih efekata, šuma i praćenja signala. Ovi parametri definišu funkcionisanje celog sistema.

3.3. Parametri komponenti

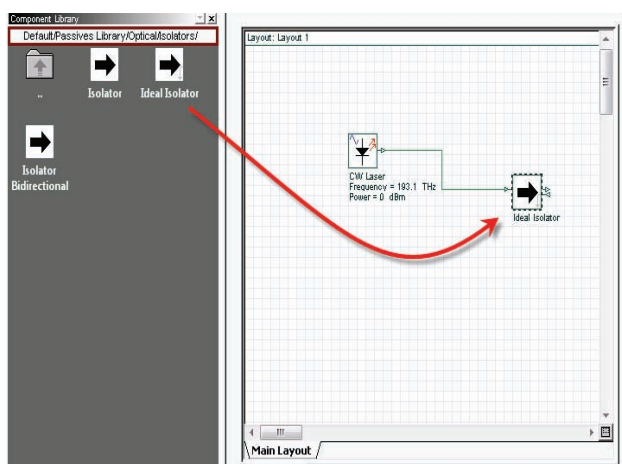
Svrha prozora sa parametrima komponenti jeste da omogućiti projektantu da menja karakteristike komponenti koje koristi u simulaciji. Ovaj prozor je vrlo sličan prozoru plana projekta s tom razlikom što se promene parametara u ovom prozoru odnose na odgovarajuću komponentu, dok se promene parametara u prozoru plana projekta odnose na ceo sistem.

Pored podešavanja vrednosti određenih parametara, takođe je moguće navesti ime komponente (*label*) koje će biti prikazano na planu projekta i cenu (*Cost*) ove komponente koja može biti iskorišćena za proračun troškova čitavog sistema.

3.4. Projektovanje

Projektovanje odgovarajućeg sistema vrši se prostim prevlačenjem komponenti iz odgovarajućeg foldera na radnu površinu (slika 5.). Spajanje komponenti je auto-matsko

ako je pritisnuto dugme *Autoconnect*, odnosno manuelno ako nije.



Slika 5. Povezivanje idealnog izolatora sa CW laserom putem prostog prevlačenja iz odgovarajućeg foldera.

3.5. Proračun simulacije (*calculate*)

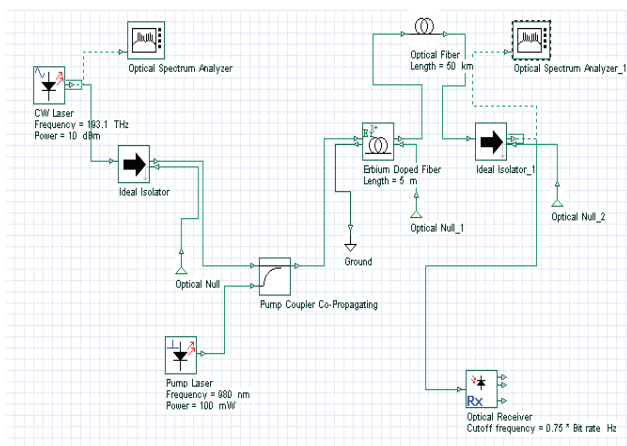
Po završetku projektovanja sistema potrebno je izvršiti proračun simulacije. Prozor *Calculate* otvara se u padajućem meniju *File* glavnog menija klikom na *Calculate*. Proračun se pokreće pritiskom na dugme *Start* a prekida pritiskom na dugme *Stop*. Za vreme trajanja proračuna, faze simulacije i poruke prikazuju se na *Calculation Output* prozoru [8] [9].

4. PROJEKTOVANJE EDFA SA RAZLIČITIM KONFIGURACIJAMA UPUMPAVANJA

Ovde će biti razmatrane tri različite vrste pojačavača: EDFA sa direktnim upumpavanjem, EDFA sa upumpavanjem u suprotnom smeru i EDFA sa upumpavanjem u oba smera. Upotrebene komponente će biti iste u sva tri slučaja kao i rastojanje između predajnika i prijemnika, samo će se menjati konfiguracija upumpavanja.

4.1. EDFA sa direktnim upumpavanjem

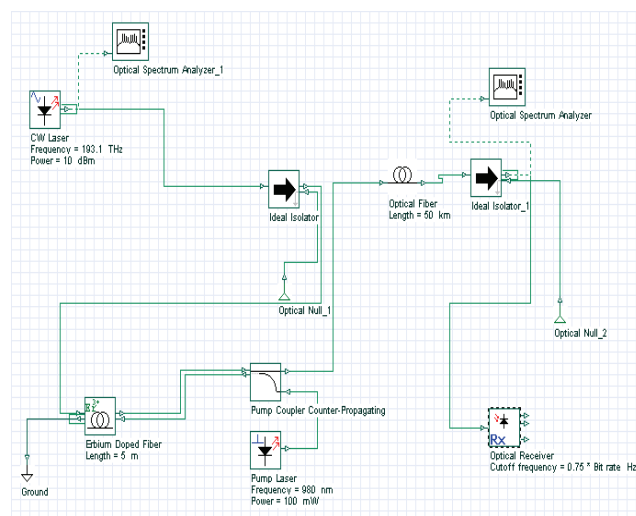
Slika 6. prikazuje šemu EDFA sa direktnim upumpavanjem.



Slika 6. Šema EDFA sa direktnim upumpavanjem.

4.2. EDFA sa upumpavanjem u suprotnom smeru

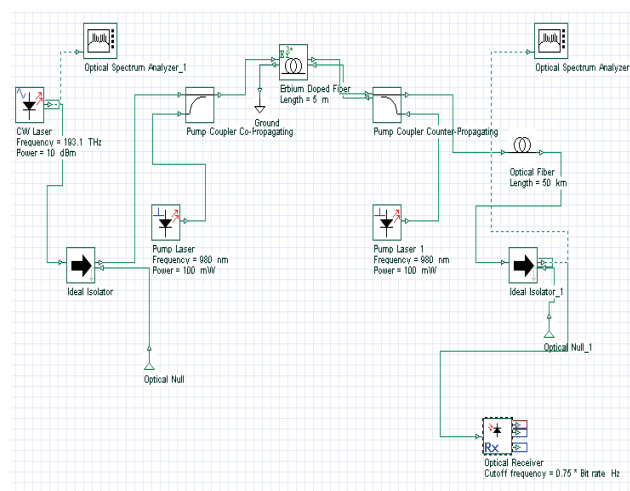
Slika 7. prikazuje pojeekat EDFA sa upumpavanjem u suprotnom smeru.



Slika 7. Projekat EDFA sa upumpavanjem u suprotnom smeru.

4.3. EDFA sa upumpavanjem u oba smera

Na slici 8. predstavljen je projekat EDFA sa upumpavanjem u oba smera.



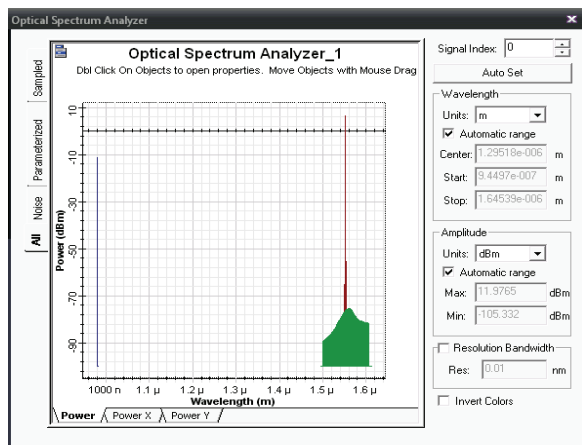
Slika 8. Šema EDFA sa upumpavanjem u oba smera.

4.4. Analiza rezultata

Upoređivanje rezultata izvršeno je upotrebom uređaja za analizu optičkog spektra koji je prikazan na izlaz drugog idealnog izolatora, odmah iza optičkog prijemnika. Dvostrukim pritiskom levog tastera miša na njegovu ikonicu na projektu, otvara se prozor koji prikazuje modulirani optički signal u domenu učestanosti.

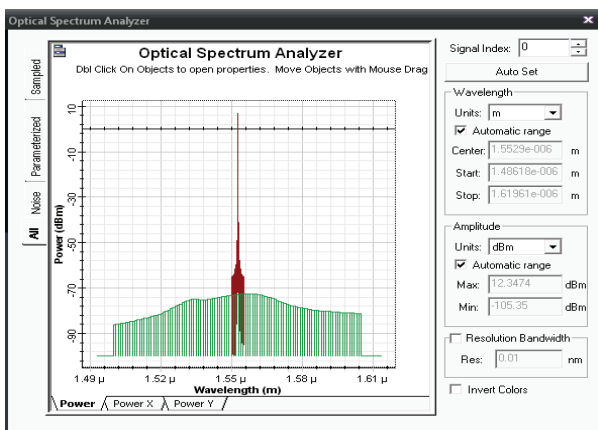
Analiza optičkog spektra signala u sistemu sa EDFA sa direktnim upumpavanjem prikazana je na slici 9.

Ovde vidimo da je polazni signal pojačan za skoro 2 dBm (sa 10 dBm na 11.98 dBm). Istovremeno, maksimalna vrednost šuma je -74,2 dBm.



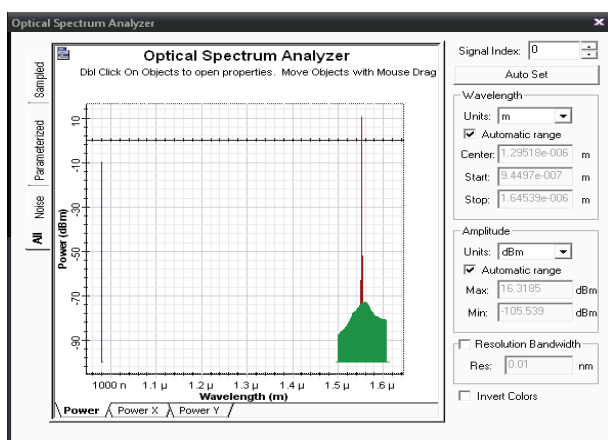
Slika 9. Optički spektar signala ostvaren upotrebom EDFA sa direktnm upumpavanjem.

Slika 10. prikazuje analizu spektra optičkog signala u sistemu koji koristi EDFA sa upumpavanjem u suprotnom smeru. Polazni signal je pojačan za 2.35 dBm, dok je maksimalna vrednost šuma -71.2 dBm.



Slika 10. Optički spektar signala dobijen upotrebom EDFA sa upumpavanjem u suprotnom smeru.

Na slici 11. prikazana je analiza spektra optičkog signala u sistemu sa EDFA sa upumpavanjem u oba smera.



Slika 11. Optički spektar signala ostvaren upotrebom EDFA sa upumpavanjem u oba smera.

Korišćenjem EDFA sa konfiguracijom upumpavanja u oba smera ostvareno je pojačanje signala od čak

6,32 dBm u odnosu na polazni signal, dok je maksimalna vrednost šuma -71.6 dBm.

Iz gore navedenog, može se zaključiti da je najveće pojačanje signala ostvareno upotrebom EDFA sa upumpavanjem u oba smera uz istovremeno relativno niske vrednosti šuma. EDFA sa direktnim upumpavanjem daje najmanje vrednosti šuma ali je pojačanje signala neznatno, dok EDFA sa upumpavanjem u suprotnom smeru pruža neznatno jače pojačanje signala u odnosu na EDFA sa direktnim upumpavanjem a vrednost šuma je najveća od sve tri konfiguracije.

5. ZAKLJUČAK

Tehnologija EDFA je najnaprednija od svih tehnologija koje su dostupne za optičke pojačavače. Ova tehnologija obezbeđuje ravno pojačanje uz nizak nivo šuma i veliku zasićenost izlazne snage. Takve performanse su obezbeđene u malim modulima, sa malom potrošnjom struje i relativno niskim troškovima proizvodnje.

Ramanovi pojačavači se po svojoj prirodi lako mogu podešavati, mogu da obezbede pojačavanje na talasnim dužinama širokog optičkog opsega. Kod Ramanovog pojačavanja efektivni OSNR i nivo šuma niži je nego kod pojačavača dopiranih erbijumom. Međutim, Ramanov pojačavač ima nisku efikasnost optičkog pojačavanja i zahteva skupe i glomazne izvore svetlosti koji povećavaju veličinu modula pojačavača i njegovu cenu.

Poluprovodnički optički pojačavači su i pored svoje male veličine i niskih troškova proizvodnje nepogodni za različite primene. Pojačanje im je relativno slabo uz visok nivo šuma i nisku zasićenost izlazne snage. Oni se mogu primenjivati kao jednokanalni pojačavači snage tamo gde je potrebno malo pojačanje i izlazna snaga.

LITERATURA

- [1] G. P. Agrawal, "Raman amplification in fiber optical communication systems" 2005, Elsevier Inc.
- [2] M.Digonnet, "Rare Earth Doped Fibre Lasers and Amplifiers Optical Engineering" 2001, CRC Press
- [3] www.sonet.com
- [4] www.red-c.com
- [5] www.wspc.com
- [6] www.fiber-optics.info
- [7] LNT "Introduction to the OptiSystem software" 2008
- [8] OptiWave "Introduction to optical amplifiers: simulation, automated design and analysis" 2008.

Kratka biografija:

Goran Kenig rođen je u Indiji 1980. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti poštanskog saobraćaja i telekomunikacija odbranio je 2010.god.



Željko Trpovski rođen je u Rijeci, 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Od 2004. ima zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala..

UTVRĐIVANJE UTICAJA POJEDINIH PARAMETARA NA VREME IZMENE PUTNIKA

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF SOME PARAMETERS ON PASSENGERS TIME CHANGE

Miroslav Kovačević, Milomir Veselinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Cilj ovoga rada jeste da se utvrde zakonitosti uticaja vremena izmene putnika od broja putnika, ali i drugih uticajnih parametara na vreme izmene putnika i zadržavanje autobus na stajalištima. Takođe je utvrđeno u kojoj meri izmena putnika utiče na neravnomernost zadržavanja autobusa na stajalištu, odnosno poremećaj projektovanog intervala sleđenja.

Ključne reci – vreme izmene putnika, interval sleđenja, zadržavanje autobusa.

Abstract – The aim of this paper is to determine the legality of the impact of exchanges of passengers depending from their number, and also the other influential parameters on the time exchanges of passengers and also retention of buses. It will also be determined to which extent the exchange of passengers affects on uneven retention of buses on the bus stops i.e. a disorder of the projected interval of succession.

1. UVOD

Zbog heterogenosti uticaja na vreme zadržavanja autobusa radi izmene putnika, vrlo malo se do sada tome posvećivala pažnja. Izmjena putnika generiše poremećaj intervala sleđenja, zbog čega je izuzetno važno da vreme zadržavanja autobusa zbog izmene putnika traje što manje i ravnomernije. Cilj rada je da se utvrdi u kojoj meri izmena putnika, sa svim ulaznim uticajnim faktorima, utiče na neravnomernost zadržavanja autobusa na stajalištu, odnosno na poremećaj projektovanog intervala sleđenja iz reda vožnje. Ispitivaće se u kojoj meri broj putnika utiče na vreme izmene putnika i zadržavanje autobusa na stajalištu kroz različite parametre, i to od:

1. sistema naplate
2. visine poda autobusa
3. odstojanja autobusa od perona
4. postojanja razdelne pregrade na vratima
5. odnosa ušlih i izašlih putnika.

2. POREMEĆAJ INTERVALA SLEĐENJA

Interval sleđenja autobusa predstavlja razliku vremena u dolasku dvaju autobusa na isto stajalište.

NAPOMENA:

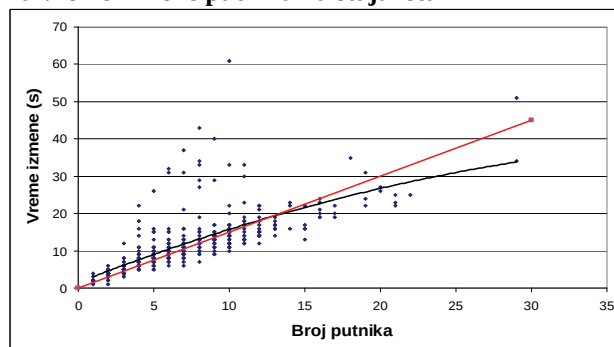
Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio prof. dr Milomir Veselinović.

Za to vreme se nakupljaju putnici koji čekaju autobus. Kada bi interval sleđenja bio ravnomeran, putnici bi se ravnomernije raspoređivali po autobusima. U praksi dolazi do odstupanja od ravnomernog (redom vožnje predviđenog) intervala sleđenja. Kada se poveća vreme sleđenja, dolazi do većeg nakupljanja putnika na stajalištu i povećanja razlike u popunjenosti kapaciteta autobusa u sleđenju. Tako autobus koji kasni za svojim intervalom sleđenja kupi više putnika, to uslovljava veće zadržavanje autobusa na stajalištu, te se njegov interval sleđenja dopunski povećava. Popunjenost kapaciteta njegovog autobusa je veća, što direktno utiče na pad komfora. Sledeći autobus nailazi na manji broj putnika, te je predviđeno vreme izmene putnika manje, što uslovljava smanjenje vremena sleđenja između njega i prethodnog autobusa. Tako da se dešavaju situacije da jedan autobus ide pun, a njega prati poluprazan autobus. U proseku, oni prevoze isti broj putnika. Gledajući komfor i popunjenost kapaciteta preko srednjih vrednosti dobijamo zadovoljavajuće rezultate, a posmatrano u praksi, situacija je katastrofalna [3].

3. SAOBRAĆAJNO ISTRAŽIVANJE

Snimanje je vršeno dva radna dana u popodnevnom vršnom času i jedan dan u večernjem vršnom času u Novom Sadu, na autobuskom stajalištu Stražilovska, koje se nalazi na uglu Bulevara Cara Lazara i Stražilovske ulice u smeru od Limana ka centru grada. Prvo snimanje je vršeno u četvrtak 09.04.2009. godine, u vremenskom periodu od 11:00 do 14:00 časova. Drugo i treće snimanje je izvršeno u sredu 29.04.2009. godine, u vremenskom periodu od 12:00 do 13:40 časova, i od 18:20 do 19:50 časova.

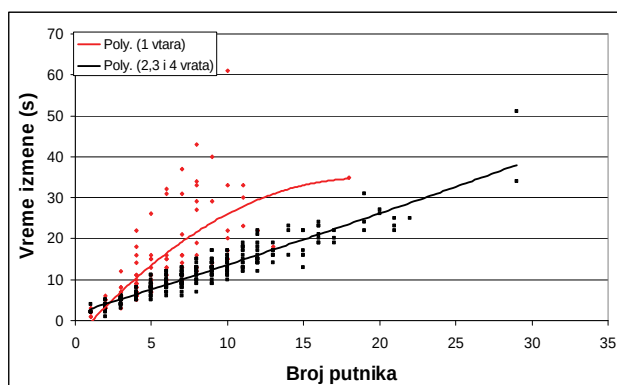
3.1. Integralne zakonitosti uticaja broja putnika na vreme izmene putnika na stajalištu



Grafik 1. Zavisnost vremena izmene od broja putnika na svim vratima u dva popodnevna vršna perioda.

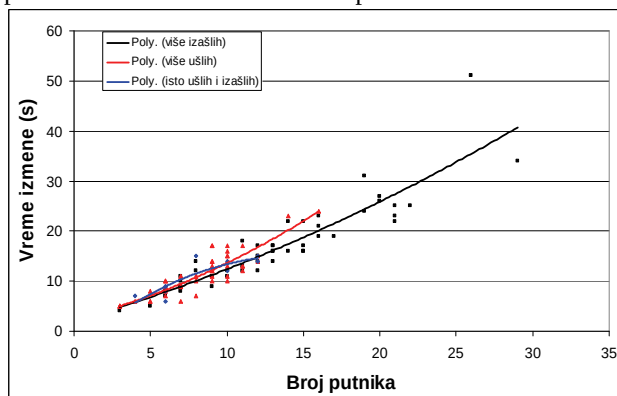
Na grafiku 1. prikazana je zavisnost vremena izmene putnika u funkciji broja putnika.

Na grafiku 2. prikazano je vreme izmene na prvim vratima i drugim, trećim i četvrtim vratima zbirno. Ovim se pokazuje uticaj sistema naplate na vreme izmene putnika.



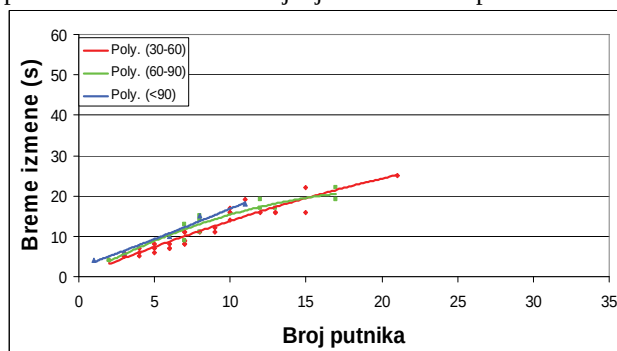
Grafik 2. Zavisnost vremena izmene od broja putnika od sistene naplate.

Na grafiku 3. prikazana je zavisnost vremena izmene putnika od odnosa izašlih i ušlih putnika.



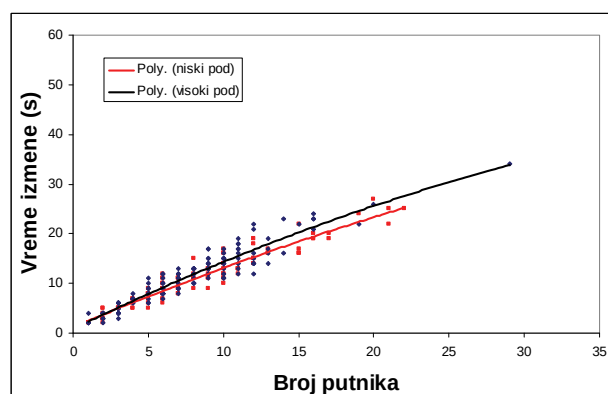
Grafik 3. Zavisnost vremena izmene putnika na 2, 3, i 4 vratima od odnosa izašlih i ušlih putnika.

Na grafiku 4. prikazana je zavisnost vremena izmene putnika u odnosu na odstojanje autobusa od perona.

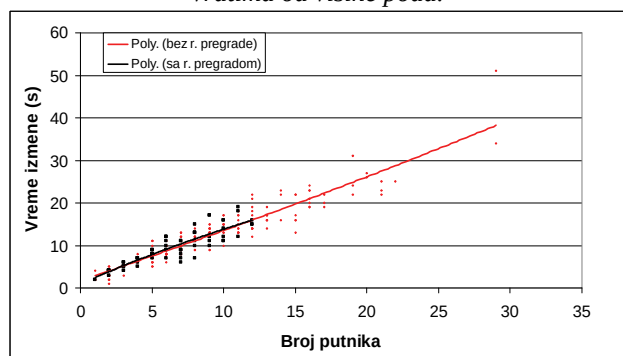


Grafik 4. Zavisnost vremena izmene putnika na 2, 3, i 4 vratima od udaljenosti autobusa od perona.

Na grafiku 5. prikazana je zavisnost vremena izmene putnika u odnosu na visinu poda autobusa.



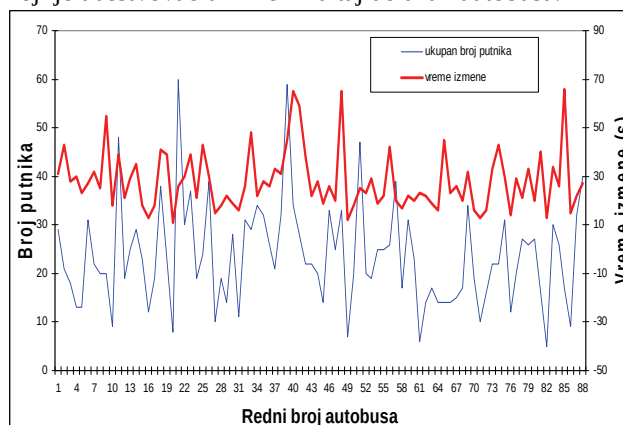
Grafik 5. Zavisnost vremena izmene putnika na 2, 3, i 4 vratima od visine poda.



Grafik 6. Zavisnost vremena izmene putnika na 2, 3, i 4 vratima od postojanja razdelne pregrade.

3.2. Distribucija broja putnika i vremena zadržavanja autobusa.

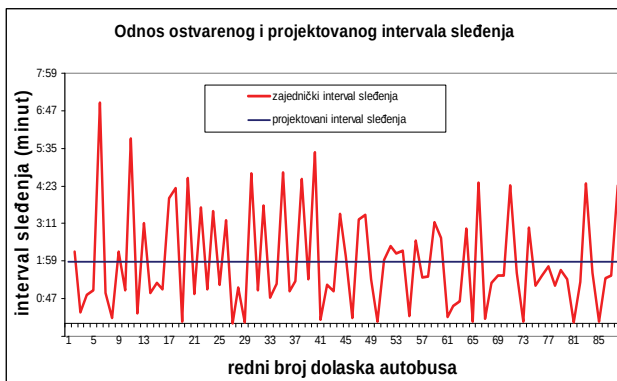
Na grafiku 7. prikazano je poređenje vremena izmene putnika (vreme otvorenosti vrata) i ukupnog broja putnika koji je učestvovao u izmeni za taj dolazak autobusa.



Grafik 7. Poređenje vremena izmene sa brojem putnika

3.3. Distribucija intervala sledenja vozila na stajalištu

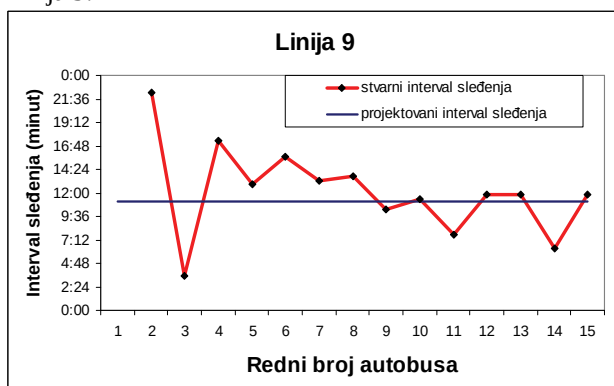
Na grafiku 8. prikazano je poređenje stvarnog intervala sledenja i projektovomog intervala sledenja po redu vožnje za sve linije. Analizom ovog grafika dolazi se do zaključka da ravnomernost intervala za sve linije praktično ne postoji, a odstupanje od intervala sledenja je potpuno.



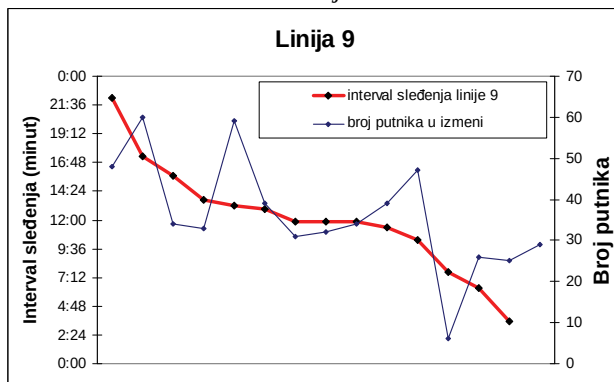
Grafik 8. Poređenje stvarnog i projektovanog intervala sleđenja za sve linije

Kako redovi vožnje svih linija nisu projektovani tako da se sinhronizuje ravnomernost intervala sleđenja na ovom stajalištu, a što je ni moguće, zbog toga je napravljen pregled intervala sleđenja za liniju 9.

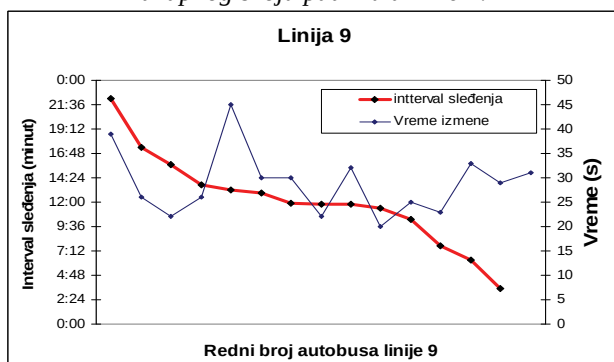
Linija 9.



Grafik 9. Poređenje stvarnog i projektovanog intervala sleđenja.



Grafik 10. Poređenje stvarnog intervala sleđenja i ukupnog broja putnika u izmeni.



Grafik 11. Poređenje stvarnog intervala sleđenja i vremena izmene putnika.

Na grafiku 9. autobus pod rednim brojem 4 kasnio je za projektovanim intervalom 5:21 minuta. Autobus pod rednim brojem 3 ranio je 7:35 u odnosu na srednji interval sleđenja. Za to vreme putnici su se nakupljali na stanici. Autobus pod rednim brojem 4 ima najveći broj putnika u izmeni (59 putnika) (grafik 10.), kao i najdužu izmenu od 45 sekundi (grafik 11.).

U ovom radu izračunat je i bilans vremenskih gubitaka u okviru koga su izračunati:

- vreme produženog zadržavanja autobusa
- vremenski gubici putnika koji su ušli u autobus na stanici
- vremenski gubici putnika koji se nalaze u autobusu (nisu učestvovali u izmeni)
- vremenski gubici putnika koji čekaju na stajalištu (produženo vreme čekanja)

3.5. Rangiranje zakonitosti vremena izmene po putniku po uticajnim faktorima

Na grafiku 12. fenomeni od 1 do 12 predstavljaju uslove izmene putnika izražene u prosečnom vremenu izmene po jednom putniku.

Fenomen 1. - više izašlih putnika nego ušlih (u direktnoj izmeni)

Fenomen 2. - postoji samo izlazak putnika

Fenomen 3. - niskopodni autobus (udaljen od perona do 60 cm)

Fenomen 4. - isti odnos ušlih i izašlih putnika (u direktnoj izmeni)

Fenomen 5. - udaljenost autobusa od perona (30-60 cm)

Fenomen 6. - više ušlih nego izašlih putnika (u direktnoj izmeni)

Fenomen 7. - udaljenost autobusa od perona (60-90 cm)

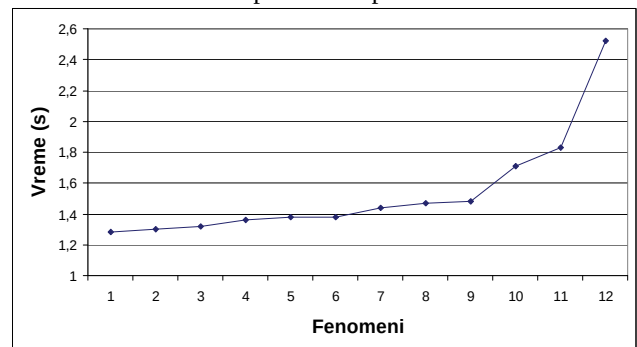
Fenomen 8. - visokopodni autobus (udaljen od perona do 60 cm)

Fenomen 9. - autobus sa razdelnom pregradom

Fenomen 10. - postoji samo ulazak putnika

Fenomen 11. - udaljenost autobusa od perona preko 90 cm

Fenomen 12. - izmena putnika na prvim vratima



Grafik 12. Rang vremena izmene po jednom putniku.

Rangom vremena izmene putnika dobijamo hijerarhiju važnosti uticaja svakog ispitivanog faktora. Time zokružujemo ceo problem zadržavanja autobusa radi izmene putnika i minimiziramo uticaj svakog današnjeg faktora koji utiče na to.

Mere kojima se borimo za ravnomernost vremena izmene putnika i ravnomernost intervala sleđenja su: primena savremenih sistema naplate, asortiman karata, diskreciona

linija (obeležavanje žute linije na peronu), niskopodnost (ergonomija), disciplina vozača, tehnika vožnje i dr.

3. ZAKLJUČAK

Ovim putem se dolazi do suštinskih elemenata, tehnoloških, organizacionih, tarifnih, koji unapređuju iskorišćenje raspoloživih kapaciteta u korist podizanja kvaliteta sistema javnog prevoza i, posledično, povećanja kvaliteta prevozne usluge.

Konačno, rezultati ovog istraživanja upućuju na značaj mera kojima se može uticati na minimiziranje vremena zadržavanja autobusa na stajalištima zbog izmene putnika. Takođe je sasvim moguće utvrditi troškove za sprovođenje tih mera (niskopodni autobusi, savremen sistem naplate, tehnika vožnje, savremeni dispečerski centri i dr.).

Utvrđivanjem svih direktnih i indirektnih koristi moguće je utvrditi pozitivne efekte u odnosu na troškove svih navedenih mera, a time i utvrditi i sprovesti program za finansiranje navedenih mera unapređenja izmene putnika na stajalištima.

4. LITERATURA

[1] Prof. dr Milomir Veselinović, Doktorski rad, "Uticaj kvaliteta i generalisanih troškova prevoza na racionalnu prostornu organizaciju gradova i okruženja", Beograd 1997.

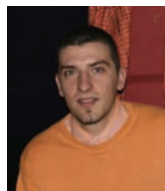
[2] Banković R., 1994., Organizacija i tehnologija javnog gradskog putničkog prevoza, Beograd, Saobraćajni fakultet, Beograd.

[3] Prof. dr Milomir Veselinović, 2008., Sistem kvaliteta u drumskom transportu, Novi Sad.

[4] Beljković Nj., "Produženo vreme zadržavanja kao posledica naplate pojedinačnih karata", diplomski rad, Novi Sad, 2004.

[5] www.vesti.rs.

Kratka biografija:



Miroslav Kovačević rođen je u Bačkoj Palanci 1982. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Drumskog i gradskog javnog saobraćaja odbranio je 2010. god.



Prof. dr Milomir Veselinović, rođen je u Arilju 1945. godine. Doktorirao je na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu 1997. godine. Zaposlen je na Fakultetu tehničkih nauka, Departman za saobraćaj, u zvanju vanrednog profesora za predmete: Drumski i javni gradski prevoz i Urbani transport putnika.

ANALIZA EFIKASNOSTI DNEVNOG SISTEMA NAPLATE PARKIRANJA U NOVOM SADU SA PREDLOGOM MERA ZA UNAPREĐENJE

ANALYSIS OF EFFICIENCY OF DAILY CAR TARIFF COLLECTION SYSTEM IN NOVI SAD WITH THE SUGGESTIONS FOR DEVELOPING THE SAME

Marijana Hajdarević, Svetozar Kostić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U radu je analizirana isplativost sistema naplate parkiranja putem dnevnih parking karti u Novom Sadu na osnovu rezultata dobijenih istraživanjem i dat je predlog mera za unapređenje istog.

Abstract – The paper analyses the profitability of charging the car park fees in Novi Sad via daily tickets based on the results obtained during the subject research. The paper also contains the proposal of measures for improvement of the same.

Ključne reči: isplativost, predlog mera.

1. UVOD

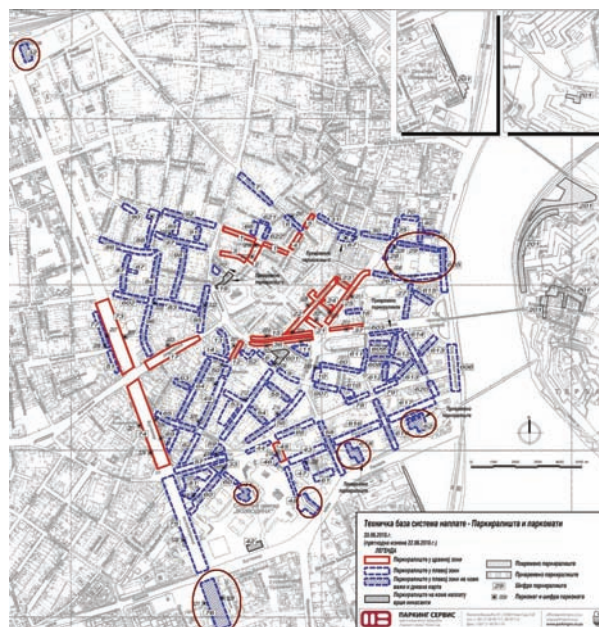
Nedostatak parking prostora i preopterećenost saobraćaja u centru predstavlja tradicionalno neugodan problem svih velikih gradova. Stalni porast zahteva za parkiranjem je posledica: koncentracija brojnih aktivnosti u centralnim zonama, promene načina i stila života, povećane mobilnosti stanovništva, velike zastupljenosti individualnog saobraćaja, ali i zbog porasta gradova i nepripremljenosti gradova za prihvatanje vozila. Sve ovo je uticalo na porast zahteva za parkiranjem i između ostalog i onih koji dugotrajno parkiraju. Zato je JKP Parking servis, kao rešenje rasterećenja samog centra od saobraćajnih gužvi, uveo novinu, a to su dnevne parking karte na nekoliko lokacija koje se nalaze na neposrednoj udaljenosti od centra kao i uz nekoliko atraktivnih lokacija.

2. SISTEM PARKIRANJA

Zonski režim parkiranja predstavlja najnoviji sistem parkiranja, koji je nastao kao rešenje problema parkiranja sa kojim se građani svakodnevno susreću. Ovim režimom, Novi Sad je podeljen na dve zone parkiranja i to na: crvenu i plavu zonu. U crvenoj zoni cena parkiranja je najveća i iznosi 45 din/čas, a vreme zadržavanja je ograničeno na 120 minuta, odnosno na dva časa. Usluga parkiranja u drugoj-plavoj zoni se naplaćuje po nižoj ceni, odnosno 35 din/čas, a zadržavanje vozila na parking mestu nije vremenski ograničeno.

Na pojedinim parkiralištima u plavoj zoni primenjuje se i sistem naplate parkiranja putem dnevnih parking karti. Cena parkiranja na ovim parkiralištima razlikuje se u zavisnosti od lokacije parkirališta.

Vreme naplate parkiranja je kod većine parkirališta od 7:00 do 21:00 časova radnim danom, subotom od 7:00 do 14:00 časova, a nedeljom i praznicima se na parkiralištima ne vrši naplata parkiranja. Stanari obuhvaćeni režimom parkiranja spadaju u povlašćenu kategoriju korisnika, kojoj je omogućena kupovina pretplatne karte, bez vremenskog ograničenja parkiranja. Pored stanara, kupovina pretplatne karte je omogućena i ostalim potencijalnim korisnicima parkirališta (licima sa invaliditetom, fizičkim licima, pravnim licima i predzeticima).



Slika 1. Zone parkiranja sa obeleženim lokacijama na kojima se primenjuje dnevna parking karta

2.1. Načini plaćanja usluge parkiranja

JKP Parking servis je predvideo sledeće načine plaćanja parkiranja:

- Kiosk parking karta;
- Parking karta kupljena na parkomatu;
- SMS parking karta i;
- Pretplatna parking karta.

2.2. Sistem kontrole i sankcionisanja

Uspešno upravljanje sistemom parkiranja moguće je jedino ukoliko postoji razvijen sistem kontrole i sankcionisanja. Kontrolu plaćanja parkiranja obavljaju posebno obučeni kontrolori. Provera kioska ili kupljene karte na parkomatu obavlja se vizuelnim putem, dok se provera karte plaćene preko SMS poruke obavlja putem PDA uređaja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je dr Svetozar Kostić, red. profesor.

Sistem sankcionisanja obuhvata:

- Izdavanje doplatne karte, u slučaju da korisnik parkirališta u odgovarajućoj zoni nije izvršio plaćanje naknade za parkiranje ili mu je isteklo vreme za koje je platio naknadu;
 - Izdavanje nadoknade za premeštanje (odnošenje) vozila putem "pauk-a" i to samo za vozila parkirana na mestima na kojima to nije dozvoljeno;
- Prilikom premeštanja vozila potrebno je sačiniti foto-dokumentaciju koja sadrži određene podatke. Prilikom premeštanja vozila postoji mogućnost da dođe do njihovog oštećenja, pa je u tom slučaju parking servis u obavezi da nadoknadi štetu nastalu na vozilu. Da bi se izbegle zloupotrebe oko oštećenja vozila, pre odnošenja je potrebno fotografisati prethodna oštećenja, ukoliko ona postoje.

3. SISTEM NAPLATE PARKIRANJA PUTEM DNEVNE PARKING KARTE

Dnevna parking karta uvedena je na parkiralištima koja se nalaze u širem centru grada kao jedno od rešenja rasterećenja samog centra od saobraćajnih gužvi. Cilj uvođenja dnevne parking karte jeste da vozače motiviše da parkiraju na ovim parkiralištima, jer broj raspoloživih parking mesta u centralnoj zoni ne zadovoljava potrebe korisnika koji moraju da parkiraju u centru. Parkirališta na kojima se primenjuje dnevna parking karta su velikih kapaciteta, ali nisu dovoljno iskorišćena (praktično su prazna). Mogućnost korišćenja dnevne parking karte, pored rasterećenja samog centra grada, pruža komfor korisnicima parkirališta, jer korisnik pri ovom načinu plaćanja parkiranja nije ograničen, što se tiče vremena isteka parkiranja.

ПАРКИНГ СЕРВИС
ПАРКИНГ СЕРВИС
ПАРКИНГ СЕРВИС

ПАРКИНГ КАРТА
Parking ticket

дневна карта
valid for 1 day
важи 1 дан

цена 100,00 дин.
price 100,00 din.

Градско комунално такса и
ПДВ су урачунати у цену

година
year

месец
month

дан
day

унесите регистарску
бројку возила
enter the vehicle
license plate

Серијски број: N° 0001736

Паркинг карта мора бити правилно попуњена и постављена
на ауте је стављена на задњи део карте.
The parking ticket must be properly marked and set on the back of
the ticket. An incorrectly or incompletely marked parking ticket is invalid.

Slika 2. Izgled dnevne parking karte

Dnevna parking karta se kod nas primenjuje uz drugu-plavu zonu, što pruža mogućnost načina plaćanja parkiranja korisnicima u zavisnosti od potreba zadržavanja. Pošto se nalaze u neposrednoj blizini centra grada, pogodna su za korišćenje zaposlenima, čije je vreme zadržavanja na parkiralištima najduže.

Mogućnost plaćanja parkiranja na ovim parkiralištima je putem kiosk karte i slanjem SMS poruke na broj 8215.

Parkirališta na kojima se pimenjuje dnevni sistem naplate parkiranja, a koja su bila predmet istraživanja, nalaze se na sledećim lokacijama:

- Parkiralište u Ulici Miloša Bajića;
 - Parkiralište na Beogradskom keju;
 - Parkiralište kod Spensa u Sutjeskoj ulici;
 - Na platou između Stadiona FK "Vojvodina" i Spensa;
 - Parkirališta u Radničkoj ulici;
 - Parkiralište na Bulevaru oslobođenja, između Bulevara Cara Lazara i Ulice Narodnog fronta sa obe strane i;
 - Parkiralište na platou kod Železničke stanice.
- Takođe, dnevna parking karta se primenjuje i na;
- parkiralištu kod Najlona;
 - parkiralištu kod kupališta Štrand i;
 - na parkiralištu kod Sajma.

3.1. Prikupljanja podataka o parkiralištima koja su predmet istraživanja

Radi što boljeg sagledavanja efikasnosti funkcionisanja dnevnog sistema naplate parkiranja, potrebno je izvršiti određena istraživanja, koja podrazumevaju prikupljanje podataka i njihovu obradu. Postoje različite metode koje mogu da se koriste za prikupljanje potrebnih podataka. U okviru ovog istraživanja korišćene su metoda posmatranja na terenu i metod ankete. (1) Metodom posmatranja na terenu utvrđene su karakteristike parkirališta i karakteristike parkiranja. Utvrđivanje potreba za parkiranjem se zasniva na brojanju parkiranih vozila. Brojanje može da se obavlja tokom celog dana, u vreme vršnih opterećenja, ili u određenim periodima dana, što zavisi od obima akcije. Metodom ankete se mogu dobiti oni podaci koji ne mogu da se prikupe metodom posmatranja na terenu. Anketa može da se obavlja na više načina: direktnim kontaktom ili indirektno, pri čemu svaka od ovih metoda ima svoje specifičnosti. Prvi način pouzdaniji, daje bolje rezultate, ali zahteva saradnju većeg broja ljudi. Drugi način je manje pouzdan, ali zato zahteva angažovanje manjeg broja ljudi.

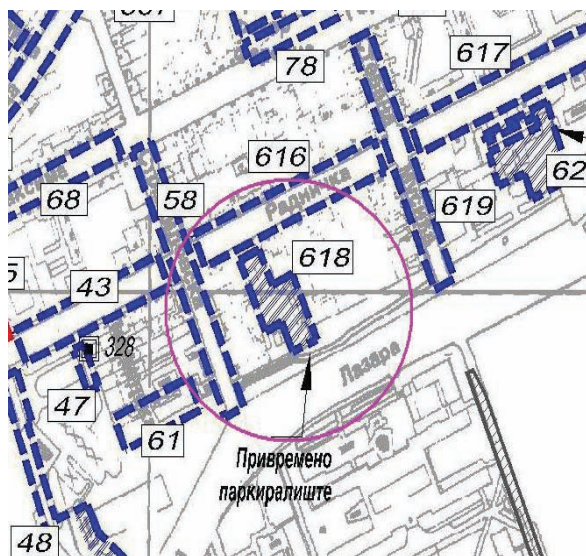
Parkirališta na kojima je vršeno snimanje karakteristika parkiranja su analizirana sa aspekta organizacije, broja parking mesta i stanja signalizacije i opreme. Većina parkirališta na kojima se primenjuje dnevni sistem parkiranja su stalna parkirališta zatvorenog karaktera. Naplata parkiranja na ovim parkiralištima je radnim danom od 7:00 do 21:00 časova, subotom od 7:00 do 14:00 časova, a nedeljom i praznicima se na ovim parkiralištima ne vrši naplata parkiranja. Prikupljanjem podataka na terenu i njihovom obradom došli smo do sledećih informacija: koncentracija (akumulacija i obim), trajnost i obrt parkiranja.

Koncentracija parkiranja predstavlja broj parkiranih vozila na nekoj površini u gradu, posmatran u nekom vremenskom periodu. Utvrđivanje koncentracije ima veliku važnost u dobijanju podataka o trenutnim zahtevima za parkiranjem u posmatranoj zoni, odnosno na parkiralištu. Koncentracija parkiranja se može posmatrati sa dva aspekta: sa aspekta akumulacije i sa aspekta obim parkiranja. Koncentracija parkiranja zavisi od stepena privlačnosti posmatrane zone, radnog vremena i motiva dolaska u grad. Trajnost parkiranja predstavlja vreme zadržavanja vozila na parking mestu. Razlikuju se

kratkotrajno i dugotrajno parkiranje. Parkiranje do 2 časa je kratkotrajno, a duže od toga predstavlja dugotrajno parkiranje. Obrt parkiranja je količnik broja korisnika i broja mesta za parkiranje posmatrano u nekom vremenskom periodu.

$$O_p (=) \frac{B_v}{C_p} [\text{voz/mestu}] \quad (1)$$

Kako bi se utvrdile navedene karakteristike potrebno je izvršiti brojanje saobraćaja. Brojanje saobraćaja je vršeno u vremenskom periodu od 7:00 do 15:00 časova na platou u Radničkoj ulici između brojeva 16 i 18. Parkiralište je kapaciteta od 157 parking mesta i spada u privremena parkirališta zatvorenog karaktera. Brojački listić sadrži tri kolone. U prvu se upisuju petnaestominutni intervali, u drugu ulasci vozila, odnosno registracije vozila koja su ušla na parkiralište, a u treću se upisuju izlasci vozila.



Slika 3. Lokacija parkirališta koje je predmet istraživanja

U okviru metoda ankete korišćeni su i direktan i indirektan način anketiranja. Anketiranje je vršeno u vremenskom trajanju od 5 radnih dana. Anketa je izvršena sa ciljem dobijanja mišljenja korisnika o pojedinim karakteristikama parkiranja na osnovu kojih je moguće sagledati zahteve korisnika, kao i njihove stavove o postojećem sistemu parkiranja.

Ocenu postojećeg stanja i korišćenja dnevnih parking karti u Novom Sadu moguće je dati na osnovu dobijenih podataka anketiranjem i ispitivanjem karakteristika na terenu.

Analizom odgovora od strane korisnika parkirališta dobijenih sprovođenjem ankete na pomenutim parkiralištima i posmatranjem karakteristika na terenu utvrđene su karakteristike koje daju sliku o efikasnosti funkcionisanja dnevnog sistema naplate parkiranja na parkiralištima. Moguće je konstatovati sledeće:

- Ukupan broj parkirališta u gradu iznosi 156. Od ukupnog broja parkirališta na 12 se primenjuje dnevni sistem naplate parkiranja, što procentualno iznosi 7,7 %.
- Istraživanjem na 157 parking mesta je utvrđeno da obim parkiranja u Radničkoj ulici u periodu od 7:00 do 15:00 iznosi 154 vozila.

- Obrt parkiranja u Radničkoj ulici za vremenski period od 7:00 do 15:00 časova iznosi 0,98 vozila/mestu.
- Analizom trajnosti parkiranja je utvrđeno je da su najzastupljenija parkiranja do 1 časa i parkiranja od 5 časova.
- Prosečna zauzetost parkirališta iznosi 38%, a svoj maksimum dostiže u periodu od 13:30 do 13:45 i iznosi 47,1%.
- Na većini parkirališta stanje vertikalne i horizontalne signalizacije je na zadovoljavajućem nivou.
- Od ukupnog broja anketiranih oko 38% se izjasnila da koristi dnevne parking karte, dok se oko 62% izjasnilo da dnevnu parking kartu ne koristi.
- Na posmatrana parkirališta najveći broj korisnika dolazi sa svrhom posao, što je u procentima oko 39,6% anketiranih korisnika dnevnih parking karti.
- Srednja ocena postojećeg stanja od strane korisnika dnevnih karti je 3,1.
- U strukturi odgovora o prihvatljivoj ceni dnevne parking karte 54,7% korisnika se izjasnilo da bi trebalo da iznosi manje od 100 dinara, 39,6% se izjasnilo da im je prihvatljiva trenutna cena, odnosno 100 dinara, a svega 5,7% bi za dnevnu parking kartu izdvojilo više od 100 dinara.

4. PREDLOG MERA ZA UNAPREĐENJE POSTOJEĆEG SISTEMA PARKIRANJA

Na osnovu informacija dobijenih brojanjem saobraćaja i anketiranjem korisnika parkirališta možemo konstatovati da je sistem parkiranja putem dnevnih parking karti neefikasan. Neefikasnost ovog sistema parkiranja se ogleda u: visokoj ceni, nepovoljnim lokacijama ovih parkirališta, nepovoljnom tehničkom regulisanju na jednom broju parkirališta itd.

Predlog mera za unapređenje sistema naplate parkiranja putem dnevnih parking karti:

- Izmena zonskog režima- uvođenje, ekstra, prve i druge zone i time dozvoliti plaćanje parkiranja putem dnevnih parking karti na svim parkiralištima u prvoj i drugoj zoni, s tim da bi postojala značajna razlika u ceni dnevne karte (npr. prva zona 200 dinara, druga zona 100 dinara)
- Jedno od rešenja može biti i da se ograniči vreme zadržavanja u prvoj i drugoj zoni na tri sata, pa bi korisnici koji se dugotrajno zadržavaju bili "prinudeni" da koriste ovaj vid plaćanja parkinga. Ovim bi se povećalo korišćenje dnevnih parking karti.
- Posmatranjem na terenu ustanovljeno je da jedan broj parkirališta sa pomenutim sistemom plaćanja parkinga nisu dobro regulisani u tehničkom smislu, pri čemu se misli na neasfaltiranost parking prostora, samim tim na neobebeženost parking mesta, lošu horizontalnu signalizaciju, nepostojanje video nadzora... Predlog je da se ova parkirališta asfaltiraju, parking mesta obeleže horizontalnom signalizacijom, da se obezbede bolji prilazi prema parkiralištima, na zatvorenim parkiralištima da se postavi video nadzor... Sve navedeno bi dovelo do povećanja

atraktivnosti ovih lokacija, odnosno povećanih zahteva za parkiranjem na ovim lokacijama.

5. ZAKLJUČAK

Za potrebe realnog sagledavanja dnevnog sistema naplate parkiranja u Novom Sadu i identifikacije problema, izvršena su određena istraživanja.

U okviru istraživanja vršeno je snimanje na parkiralištima sa dnevnim sistemom naplate parkiranja, brojanje saobraćaja i anketiranje korisnika parkirališta. Može se zaključiti da je, u cilju obezbeđivanja efikasnijeg funkcionisanja sistema parkiranja putem dnevnih parking karti, potrebno: izmeniti zonski režim, izabrati optimalni tarifni sistem i obezbediti bolju tehničku opremljenost parkirališta sa dnevnim sistemom naplate parkiranja. Shodno tome, došlo bi do povećanih zahteva za parkiranjem na ovim parkiralištima, odnosno do povećane atraktivnosti već navedenih parkirališta.

6. LITERATURA

- [1] Putnik, N., "Autobaze i Autostanice", *Saobraćajni fakultet Beograd, Beograd 1992.*

Kratka biografija:



Marijana Hajdarević rođena u Novom Sadu 1984. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Drumski saobraćaj odbranila 2010.god.



Svetozar Kostić rođen je u Pevljinima 1949. godine. Doktorirao je na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu 1989 godine, a od 1992. godine radi na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu kao redovni profesor.

САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ СА ПОГИНУЛИМ НА ПОДРУЧЈУ ВОЈВОДИНЕ

ROAD ACCIDENTS WITH FATALITIES IN VOJVODINA

Бранкица Гршић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – У уводном делу су дефинисани предмет и циљ рада. Затим су дате опште карактеристике саобраћајних незгода са погинулим лицима. Представљена је детаљна анализа незгода са погинулим и динамика погинулих у саобраћају на подручју АП Војводина у периоду од 2003. до 2008. године. На крају је за посматрано подручје приказан јавни ризик у саобраћају.

Abstract – The first part defines the object and purpose of work. Then the general characteristics of the traffic accidents with persons killed are given. The detailed analysis of accident with killed and dynamics of dead in the traffic in the area of autonomous region of Vojvodina in the period from 2003. till 2008. are also presented here. In the end the public risk in traffic, for the observed area is shown.

Кључне речи: Саобраћај, незгоде са погинулим

1. УВОД

Саобраћајне незгоде са погинулим лицима највише утичу на висину социо-економских трошкова у односу на све остале врсте саобраћајних незгода. Због тога је веома важно успоставити систем сталног праћења, евидентирања и анализе незгода са погинулим.

Предмет овог рада су саобраћајне незгоде са погинулим лицима. Простор истраживања је подручје АП Војводина, а временски обухват истраживања је период од 2003. до 2008. године. Циљ рада је утврђивање основних обележја саобраћајних незгода са погинулим лицима.

2. САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ СА ПОГИНУЛИМ ЛИЦИМА

Саобраћајне незгоде широм света свакодневно односе велики број људских живота. Комбинација лошег стања путева, небезбедних возила, лошег понашања возача и неуједначене примене закона о безбедности саобраћаја, уз раст броја возила на путу доприноси порасту броја погинулих лица у саобраћајним незгодама. Да је овај проблем достигао велике размере у друштву говори нам свакодневна статистика о броју погинулих на путевима.

Незгоде су најчешћи узрок смртних случајева услед ненамерних повреда, а то је само најболнија штетна и

нежељена појава која настаје у процесу одвијања саобраћаја.

Све већи број незгода са смртним исходом, на путевима, указује да проблему безбедности саобраћаја треба посветити већу пажњу. У последњих пар година на српским путевима просечно годишње погине око 900 људи. Наведен податак је довољно алармантан с обзиром на чињеницу да је присутан у дужем временском периоду. Овим се изазива шири национална забринутост како због угрожавања здравља нације, тако и са становишта негативних ефеката по националну економију.

3. САОБРАЋАЈНЕ НЕЗГОДЕ СА ПОГИНУЛИМ ЛИЦИМА НА ПОДРУЧЈУ АП ВОЈВОДИНА

3.1. Динамика саобраћајних незгода са погинулим лицима

Од укупно 1.474 саобраћајне незгоде са погинулим лицима, које су се догодиле у анализираном периоду, најмање се догодило у 2003. години, 217 незгода. У 2004. се бележи највећи број саобраћајних незгода са погинулим лицима у овом периоду и износи 266 незгода. Током 2005. године долази до смањења броја саобраћајних незгода са погинулим у односу на претходну годину, што чини 234 (график 1).

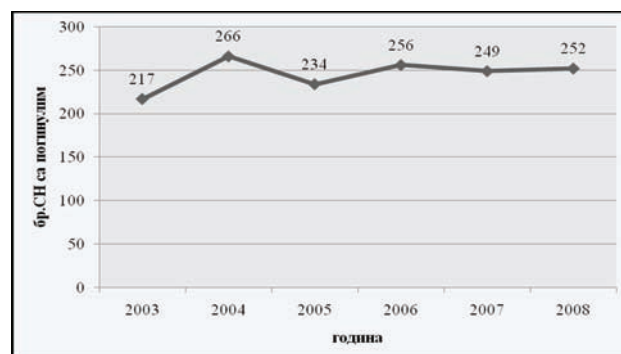


График 1: Број саобраћајних незгода са погинулим лицима по годинама, АП Војводина, период 2003-2008.

3.2. Динамика погинулих лица у саобраћајним незгодама

На подручју АП Војводине у анализираном периоду укупно је погинуло 1.678 лица. Највећи број је изгубило живот у незгодама у 2007. години. Чињеница је да у периоду од 2005. до 2007. имамо присутан тренд пораста броја погинулих лица. Током 2008. године забележено је смањење броја погинулих у незгодама, а најмањи број погинулих је био 2003. године (график 2).

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из дипломског-мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, доцент.

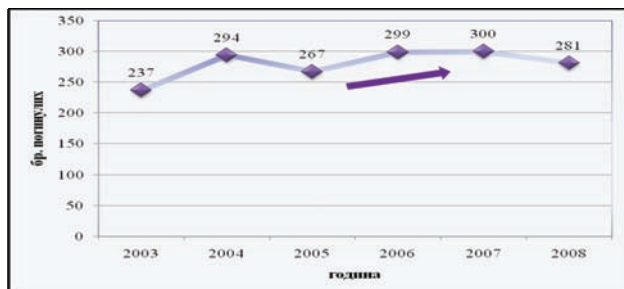


График 2. Број погинулих лица у саобраћајним незгодама, АП Војводина, период 2003-2008.

На основу анализе погинулих према последицама видимо да је највећи број лица изгубило живот у незгодама где је смрт наступила на лицу места, 1.091 лице. Смрт је наступила за време превоза до болнице код 315 лица, док су 272 лица преминула до 30 дана након незгоде (график 3).

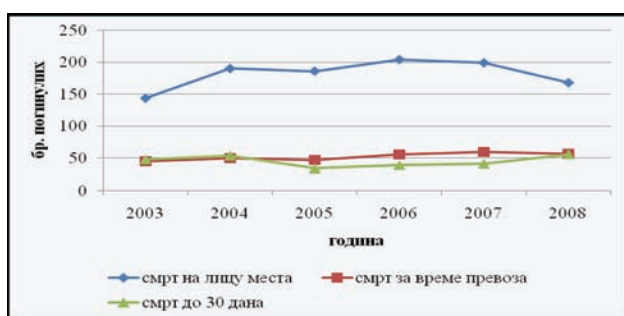


График 3. Број погинулих лица у саобраћајним незгодама према последицама, АП Војводина, 2003-2008.

3.2.1. Погинула лица у саобраћајним незгодама по години рођења

Од укупно 1.678 погинулих лица у саобраћајним незгодама највећи број погинулих је рођено 1985. године, 41 лице (2,4%). Даљом анализом смо утврдили да је велики број погинулих рођено 1958. године као и да је број погинулих рођених 1976. и 1982. једнак и износи 34 лица.

3.2.2. Структура погинулих лица у саобраћајним незгодама према полу

Структура погинулих лица у саобраћају према полу показује да у саобраћајним незгодама гину мушкарци (678 лица) више него жене (202 лица).

3.2.3. Структура погинулих лица у саобраћајним незгодама према дужини возачког стажа

Из анализе погинулих возача „Б“ категорије, у саобраћајним незгодама, према дужини возачког стажа може се јасно видети да је од укупно 490 погинулих највише поседује возачку дозволу више од 25 година, што чини 29,6%. Бележи се приближан број погинулих лица који имају возачки стаж дуг од 5 до 10 година (25,5%).

3.2.4. Структура погинулих лица у саобраћајним незгодама према категорији возачке дозволе

Од 1.678 погинулих лица у саобраћајним незгодама 491 лице има возачку дозволу „Б“ категорије, што је 29,3%. Возачи „А“ категорије учествовали су са 2,6% у структури погинулих лица а возачи „Ц“ категорије са 1,3%. Број погинулих са потврдом о познавању прописа „П“ износи 29 (1,7%). Погинули који су

имали остале категорије возачке дозволе су најбројнији 905 погинулих, што чини 53,9%.

3.3. Временска дистрибуција саобраћајних незгода са погинулим лицима

Временска анализа се врши ради временског усмеравања мера безбедности саобраћаја и најчешће се врши анализа по месецима, данима, часовима и др. Резултати анализа су различити на шта утичу: географски и климатски услови, пољопривредни радови, привредне активности, начин живота.

3.3.1. Анализа саобраћајних незгода са погинулим лицима по месецима у току године

Веома велик број саобраћајних незгода се догодио током зиме због појаве снега и поледице на коловозу. Највећи број саобраћајних незгода са погинулим лицима се догодио у октобру 160 незгода. Најмање незгода се догодило у фебруару 85, што чини 5,8% (график 4.).

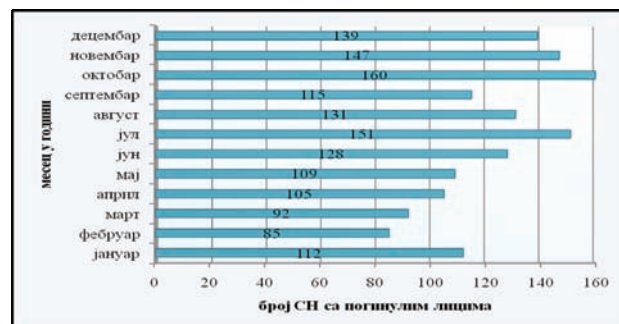


График 4. Структура саобраћајних незгода са погинулим лицима према месецима у години, АП Војводина, период 2003-2008.

3.3.2. Анализа саобраћајних незгода са погинулим лицима по данима у седмици

Анализом саобраћајних незгода по данима у току седмице видимо да су најкритичнији дани викенда. Од укупно 1.474 саобраћајне незгоде са погинулим лицима током седмице, највећи број се догодио суботом 261. незгода, што чини 17,7% и недељом 233. незгоде што је 15,8%. Најмањи број саобраћајних незгода се догодило средом 177 што чини 12,0% и уторком 168 што је 11,4%. (график 5).

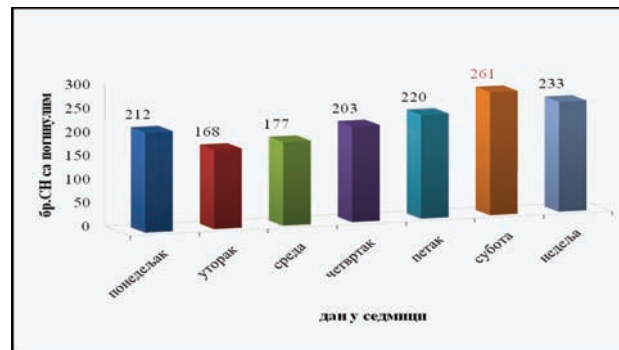


График 5. Број саобраћајних незгода са погинулим лицима по данима у току седмице, АП Војводина, период 2003-2008.

3.3.3. Анализа саобраћајних незгода са погинулим лицима по часовима током дана

Од укупног броја саобраћајних незгода са погинулим лицима у периоду од 2003. до 2008. часовном расподелом смо утврдили да је најкритичнији део дана од 17 до 21 час. Највећи број незгода се догодио у 18 часова 109 саобраћајних незгода што чини 7,4%. Најмање незгода се догодило у поноћ - 34 незгоде што је 2,3%.

3.4. Просторна дистрибуција саобраћајних незгода са погинулим лицима

Анализе просторне дистрибуције саобраћајних незгода омогућавају нам да утврдимо просторни размештај и трендове просторног кретања незгода, њихову дистрибуцију, концентracију, цикличне варијације и разлике које постоје између држава, региона, насеља, путева ван насеља, града и села, разних категорија путева, па све до конкретне микролокације незгода на неком путу (раскрснице, кривине, итд.) и односа фреквенције саобраћаја и незгода на појединим итинерерима [2].

3.4.1. Структура саобраћајних незгода са погинулим лицима према месту насељености

У посматраном временском периоду од 2003. до 2008. године, према месту насељености, број саобраћајних незгода са погинулим лицима у насељу је већи од саобраћајних незгода ван насеља. Од укупног броја саобраћајних незгода са погинулим лицима 56,0% (825) са догодило у насељу, а 44,0% (649) ван насеља. (график 6)



График 6. Број саобраћајних незгода са погинулим лицима према месту насељености, АП Војводина, период 2003-2008.

3.4.2. Структура саобраћајних незгода са погинулим лицима на путевима ван насеља

Анализа саобраћајних незгода са погинулим лицима према месту насељености показује да су се на путевима ван насеља догодиле 649 (44,0%) саобраћајне незгоде. Посматрајући путну мрежу Војводине можемо извршити анализу саобраћајних незгода са погинулим лицима, ван насеља, у посматраном периоду

3.5. Структура саобраћајних незгода са погинулим лицима према врсти незгоде

Од 1.474 саобраћајне незгоде са погинулим лицима највише се догодило приликом обарања или гажења

пешака 359 незгода што је 24,4%. Велики број незгода се догодио приликом судара возила из супротних смерова 296, што чини 20,1%. Најмањи број незгода је настало при упоредној вожњи 3 незгоде или 0,2%.

3.6. Карактеристике пута у насталим саобраћајним незгодама са погинулим лицима незгоде

Анализом саобраћајних незгода са погинулим лицима према карактеристикама пута уочавамо да се 70,0% незгода догодило на правом путу без сужења што износи 1.032 саобраћајне незгоде. На раскрсници регулисаној саобраћајним знаковима са догодило 155 незгода што је 10,5%. Најмање саобраћајних незгода са погинулим лицима се догодило на непрегледној нерегулисаној раскрсници 3 незгоде, што је 0,2%.

3.7. Структура саобраћајних незгода са погинулим лицима према врсти грешке (узрока)

Утврдили смо да је најчешћи фактор због којег настају незгоде неприлагођена брзина кретања. У 890 незгода са погинулим лицима је брзина била фактор, а то је 60,4%. Услед неуступања првенства пролаза догодило се 149 незгода (10,1%). Радње са возилом су фактор 144 незгода са погинулим лицима, што је 9,8%.

3.8. Анализа саобраћајних незгода са погинулим лицима према особинама површине и стању коловоза

Анализирајући настале саобраћајне незгоде са погинулим лицима према особинама површине коловоза видимо да су се скоро све незгоде догодиле на гладком, равном и неоштећеном асфалту. Од 1.474 незгоде 1.319 се догодило на асфалту-гладком, равном и без оштећења, што чини 89,5%. Од укупног броја саобраћајних незгода са погинулим лицима највећи број се догодио на сувом-чистом коловозу 1.164 незгоде што је 79,0%. На мокром чистом коловозу су се догодиле 233 незгоде, што чини 15,8%. Најмање незгода се догодило на коловозу покривеном снегом-неразгнут 5, што је 0,3%.

4. РИЗИК У САОБРАЋАЈУ НА ПОДРУЧЈУ АП ВОЈВОДИНА

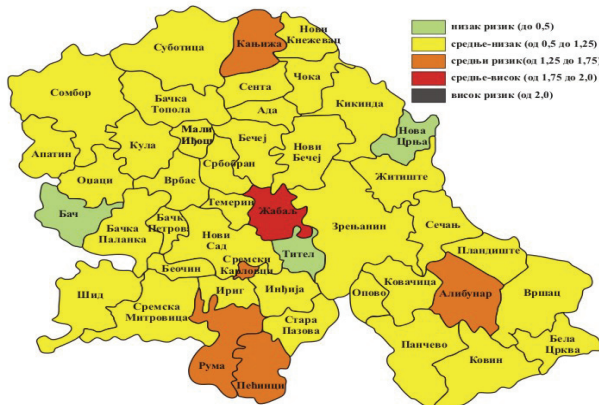
Управљајући возилом на путу човек је изложен великом ризику. На основу података о броју саобраћајних незгода са погинулим лицима и броју становника, добијају се подаци о изложености незгодама становништва Војводине за период од 2003. до 2008. године.

4.1. Јавни ризик незгода са погинулим лицима

Анализом, за посматрани петогодишњи период, смо утврдили да је изложеност незгодама највећа у Сремском округу (87,53 незгода са погинулим/100.000 становника). У Јужно- Банатском округу се такође бележи висока изложеност незгодама са погинулим лицима (81,23 незгода са погинулим лицима/100.000 становника). Северно-Бачки округ има најмању изложеност незгодама са погинулим у посматраном периоду (52,46 незгода са погинулим/100.000 становника).

4.2. Јавни ризик погинулих лица у саобраћају

У АП Војводина већина општина има средње-низак ризик (од 0,5 до 1,25). Низак ризик (до 0,5) имају три општине у покрајни: Бач, Тител и Нова Црња. Средњу вредност ризика (од 1,25 до 1,75) имају следеће општине: Кањижа, Рума, Сремски Карловци и Пећинци. Висок ризик (од 2,0) нема ниједна општина, општина Жабаљ је једина у покрајни са средње-високим ризиком (од 1,75 до 2,0).



Слика 1. Распореда јавног ризик по општинама, АП Војводина, 2003-2008.

4.3. Колективни ризик на магистралним путевима АП Војводине

Анализирајући размештеност незгода са погинулим лицима исказану бројем незгода по 1 km пута видимо да магистрални пут М-21 (Нови Сад-Рума-Шабац) има највећи колективни ризик (40,4 незгоде са погинулим/1km пута). Најмањи ризик има магистрални пут М-7.1 (Зрењанин- Сечањ-Планиште- Вршац- Уљма- Бела Црква- Карађорђево) са 7,5 незгода са погинулим / 1 km пута.

5. ДИСКУСИЈА

На подручју АП Војводина у посматраном периоду од 2003. до 2008. године, догодило се укупно 1.474 саобраћајних незгода са погинулим лицимама. Динамика незгода нам показује да су најкритичније године биле 2004. и 2006. година. Најмањи број саобраћајних незгода са погинулим лицима је био у 2003. години. У посматраном петогодишњем периоду на подручју АП Војводине у незгодама је погинуло 1.678 лица. Анализа погинулих лица нам показује да је највише лица изгубило живот у 2007. години. Од 1.678 погинула лица, код 1.091 лица је смрт наступила на лицу места, код 315 лица у току превоза до болнице, и код 272 лица до 30. дана након незгоде. На основу анализе броја погинулих лица у незгодама, према полу, можемо закључити да у саобраћају више гину мушкарци него жене. На основу извршене временске расподеле саобраћајних незгода са погинулим лицима, може се уочити да се највећи број незгода догодио у октобру, за време пољопривредних радова, 160 незгода. Што се тиче дана, највећи број незгода са погинулим се јавља у данима викенда. Према временској дистрибуцији по часовима у току дана највећи број саобраћајних незгода, које су за последицу имале погинула лица, се догодило у 18 часова. На основу

извршене просторне анализе, према месту насељености, бележимо већи број незгода са погинулим лицима у насељу него ван насеља. Утврдили смо да највећу изложеност незгодама са погинулим има Сремски округ са 87,53 незгоде са погинулим /100.000 становника. Анализирајући размештеност незгода са погинулим лицима исказану бројем незгода по 1 km пута видимо да магистрални пут М-21 (Нови Сад-Рума-Шабац) има највећи колективни ризик (40,4 незгоде са погинулим / 1 km пута).

6. ЗАКЉУЧАК

Основни циљ овог рада је био да се укаже на значај статистичких података код којих се тачно може одредити безбедност саобраћаја на задатом месту. На основу спроведеног истраживања у овом раду је приказана структура саобраћајних незгода са погинулим лицима, као и динамика погинулих лица у незгодама за посматрани петогодишњи период на подручју АП Војводине. Из резултата спровођених анализа видимо да је број саобраћајних незгода, које за последицу имају погинула лица, током овог периода без опадања. Забрињавајућа је и чињеница да је уочен тренд пораста броја погинулих.

У циљу смањења саобраћајних незгода едукација становништва од најранијег, школског узраста па током даљег живота, дала би позитивне резултате. Осим тога, посебну пажњу треба посветити у доношењу и спровођењу одређених превентивно-заштитних мера према људском фактору, саобраћајној инфраструктури и возилима. При томе, посебну пажњу треба посветити повећању саобраћајне културе свих учесника у саобраћају, и доношењу и спровођењу одговарајућих превентивних активности.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Закон о безбедности саобраћаја на путевима, Београд, 2009.
- [2] Инић, М.: БЕЗБЕДНОСТ САОБРАЋАЈА, ФТН, Нови Сад, 2004.

Кратка биографија:



Бранкица Гршић рођена је у Инђији 1985. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Безбедности саобраћаја одбранила је 2010.године.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. година, а од 2006. је у звању доцент. Област интересовања је Безбедност саобраћаја.

**SAVREMENI SISTEMI ZA PRENOS PODATAKA U MOBILNIM
TELEKOMUNIKACIJAMA****MODERN DATA TRANSMISSION SYSTEMS IN MOBILE COMMUNICATIONS**Mladen Karović, Željko Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U ovom članku opisani su savremeni sistemi za prenos podataka kao i kratak osvrt na istorijat mobilnih telekomunikacija.

Abstract – *The analysis of modern mobile systems for data transmission and short historical review of mobile telecommunications are given in this paper.*

1. UVOD

Bežične telekomunikacije su u poslednjih 20 godina doživele neverovatan napredak, ne samo u naučnom smislu već i u smislu osvajanja tržišta i uticaja na društvo. Obično se pod pojmom bežične telekomunikacije misli na mobilnu telefoniju jer ona ima najveći udeo na tržištu, ali treba pomenuti i sve veću zastupljenost bežičnih računarskih mreža. Tu su i druge primene: bežične senzorske mreže, bežični sistemi za lociranje, sistemi za identifikaciju proizvoda.

Mobilni komunikacioni sistemi danas su svakako među najznačajnijim telekomunikacionim sistemima koji rade u oblasti mikrotalasa. Zapravo, veoma brz razvoj mobilnih komunikacija predstavlja glavno obeležje razvoja telekomunikacija na kraju XX i početku ovog veka.

2. NASTANAK MOBILNE TELEFONIJE

Mobilne komunikacije spadaju u grupu bežičnih komunikacija. Era bežičnih komunikacija počinje 1860. godine u Engleskoj, postulatima elektromagnetnih talasa Maxwella [1]. Eksperimentalna potvrda postojanja elektromagnetnih talasa vezuje se za Hertz-a, 1880. godine u Nemačkoj. Marconi je 1896. objavio prvi patent iz sfere bežičnih komunikacija (bežična telegrafija). 1905. ostvaren je prvi prenos govora i muzike bežičnim linkom. Evidentna je bila i potreba za bežičnim komunikacijama u plovidbi; narednih godina ustanovljena je pomorska radio telefonija.

U pionirskoj fazi mobilne telefonije (1921 – 1945), dominirale su vojna i policijska primena. Vojne primene podsticale su istraživanje u ovoj oblasti u toku Drugog svetskog rata, a u to vreme razvijena je i teorija komunikacija (C. Shannon). Najveća teškoća bila je izgradnja radio predajnika koji može da funkcioniše pod ograničenjima karakterističnim za automobil u pokretu. U to vreme mobilni telefon je bio znatno većih dimenzija i trošio je mnogo energije, pa se jedino mogao smestiti u automobil, dok je džepni mobilni telefon (danas se samo takvi praktično i koriste) bio nezamisliv.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-master rada čiji mentor je bio profesor dr Željko Trpovski.

Glavni tehnološki proboj u ovoj oblasti jeste uvođenje frekvencijske modulacije (FM) 1935. godine. Edwin Armstrong pronašao je 1935. godine FM i izazvao pravu revoluciju u radio-industriji, naročito u radio-difuznim sistemima.

Posle toga, FM ubrzo je uvedena i u mobilne komunikacije. Mobilni radio-sistemi na bazi FM-a do 1940. godine potpuno su potisnuli prethodnu generaciju sa amplitudskom modulacijom (AM). Drugi svetski rat imao je presudan uticaj na razvoj industrijskih potencijala za masovnu proizvodnju FM radio-uređaja. Veličina, cena i pouzdanost uređaja osetno su popravljani i od 1946. otvorili su vrata komercijalnoj fazi mobilne telefonije. Među osnovnim karakteristikama svakog telekomunikacionog kanala koji koristi radio-prenos su "centralna frekvencija" i "širina kanala" (širina frekvencijskog opsega). Šezdesetih godina širina kanala FM sistema ograničena je na jednom od popularnih frekvencijskih opsega (UHF – Ultra High Frequences) na 25 MHz, i na taj način se došlo do ideje o celularnoj (ćelijskoj) radio mreži. Dalji razvoj mobilne telefonije obeležile su dve revolucionarne ideje: celularna struktura mobilne telefonske mreže i uvođenje digitalnog prenosa.

3. SISTEMI PRVE GENERACIJE (ANALOGNI)

Prva generacija mobilnih celularnih sistema pojavila se početkom 1980. godine. Kod ovih sistema korišćena je analogna tehnologija, tako da su imali dosta skromne karakteristike: loš kvalitet glasa kao i ograničenu zonu pokrivanja. Prvi celularni sistem za mobilnu telefoniju pod nazivom AMPS (*Advanced Mobile Phone Systems*) razvijen je 1971. godine u SAD od strane *Bell Laboratories*. Kao tehnika višestrukog pristupa za ostvarivanje veze između mobilnih pretplatnika i bazne stanice koristi se multipleks na principu frekvencije raspodele kanala (FDMA – Frequency Division Multiple Access). AMPS koristi opseg učestalosti između 824MHz i 894MHz za analognu mobilnu telefoniju [1].

Na osnovu AMPS sistema razvijaju se sistemi NMT – 450 (*Nordic Mobile Telecommunications*) i NMT-900 u Skandinaviji, Istočnoj Evropi i nekim delovima Azije, C-Netz sistem u Nemačkoj, Portugaliji i Južnoj Africi, RMTS u Italiji, RC-2000 u Francuskoj, TACS u Engleskoj, JTACS u Japanu. Svi ovi sistemi su u različitim frekvencijskim opsezima.

Varijanta AMPS standarda koja je poznata pod nazivom uskopojasni usavršen sistem mobilne telefonije (*Narrowband Advances Mobile Phone Service – NAMPS*) koristi neke elemente digitalne tehnologije kako bi omogućila sistemu da opslužuje po tri puta veći broj poziva nego originalna varijanta. Iako koristi elemente

digitalne tehnologije, ovaj sistem još uvek spada u analogne sisteme. Sistemi koji koriste AMPS i NAMPS standarde rade samo u opsegu oko 800MHz i ne nude usluge koje nude servisi digitalne mobilne telefonije kao što su e-mail i pretraživanje Web-a.

4. MREŽE DRUGE GENERACIJE

Postojeći analogni sistem radio je dobro i nije se težilo uspostavljanju boljeg, digitalnog sistema. U Evropi je bio problem da se realizuje veliki broj servisa na velikom broju frekvencija. To je samo jedan od razloga zbog kojih je analogni sistem mobilne telefonije, poznat i kao mobilni sistem prve generacije, prevaziđen. Razvijena je nova digitalna tehnologija – mobilna telefonija druge generacije ili globalni sistem mobilnih telekomunikacija (GSM – *Global System for Mobile Communications*) [2]. Firma *Texas Instruments* 1985. godine počela je sa proizvodnjom procesora digitalnih signala (DSP), koji su omogućili komprimovanje govora, zahvaljujući čemu je veći broj poziva mogao da stane u jedan radio-kanal. To je bio jedan od osnovnih uslova za kasnije digitalne sisteme, kao što su GSM uz primenu multipleksa sa vremenskom raspodelom kanala TDMA (*Time division multiple access*). Za razliku od prve generacije koja se, uglavnom, bazira na prenosu govora, GSM dodatno je omogućavao i multitonisku signalizaciju, kratke pisane poruke (SMS – *Short Message Service*), glasovne poruke (*voice mail*) i faksimil poruke (*fax mail*). Dodatni servisi obuhvataju i prosleđivanje poziva (na drugi broj), blokiranje dolaznih ili odlaznih poziva, poziv na čekanju, konferencijsku vezu, identifikaciju poziva, te zatvorene korisničke grupe. Vremenom se pokazalo da je u ovom sistemu komunikacija relativno skupa, te da korišćenje mreže nije ekonomično. Zato se prelazi na sistem komutacije paketa. Kod paketske komutacije koristi se princip „uskladišti pa prosledi“. Ona se koristi u mrežama tzv. 2,5 generacije (2,5G) i pogodna je za prenos podataka. Poruke se dele na manje celine – pakete koji se prenose između krajnjih korisnika.

5. PRELAZ IZMEĐU DRUGE I TREĆE GENERACIJE - 2,5G

Devedesetih godina XX veka, dakle u vreme puštanja u rad 2G mobilnih mreža, u svetu je došlo do svojevrstne „informatičke eksplozije“ izazvane pojavom Interneta i jeftinih personalnih računara, tako da se vrlo brzo ukazala potreba za projektovanjem naredne, treće generacije mobilnih sistema (3G), koja je zamišljena kao fizički nosilac budućih brzih mobilnih informatičkih servisa zasnovanih na Internet tehnologijama.

Da bi se osim prenosa govora omogućio i prenos dovoljno velike količine proizvodnih korisničkih podataka, bilo je, pre svega, neophodno povećati propusnu moć prenosnih kanala dostupnih pojedinačnim korisnicima i istovremeno povećati pouzdanost prenosa podataka kroz mrežu. Funkcionalne 3G mreže predstavljaju veliki kvalitativni tehnološki skok u odnosu na 2G sisteme, tako da je kao prelazno rešenje predstavljen niz standarda:

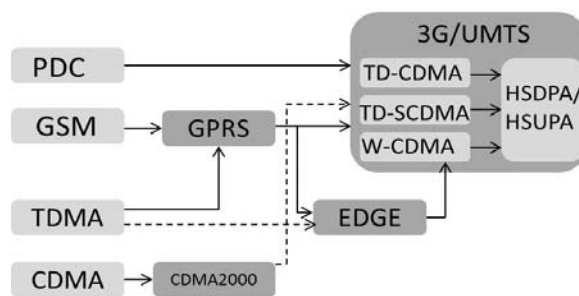
- HSCSD (*High Speed Circuit Switched Data*),
- GPRS (*General Packet Radio Services*) i
- EDGE (*Enhanced Data Rates for GSM Evolution*)

Popularni naziv za ovakve sisteme je 2.5G -mreže “druge i po” generacije [3].

5.1. HSCSD

Uvedena je 1999. godine kao nadogradnja CSD (*Circuit Switched Data*) standarda. Prenos podataka se i dalje vrši komutacijom kanala, ali sa povećanom brzinom prenosa. Prenos podataka vrši se istovremenim korišćenjem najčešće 4 vremenska slotova od po 9.6Kb (dostupni samo na GSM mrežama koje rade na 1.800 MHz) ili 14.4Kb (dostupni na GSM mrežama koje rade na 900Mhz), što čini ukupnu propusnost od 38.4Kbps na 900Mhz ili 57.6Kbps na 1.800 MHz GSM mreže.

HSCSD pogodan je za rad u realnom vremenu pa je pogodan za video konferencije. Njegova nadograđena verzija ECSD (*Enhanced Circuit Switched Data*), povećava propusnost svakog vremenskog slotova na 48kb i omogućava upotrebu do osam vremenskih slotova istovremeno. Time se povećava protok od 384Kbps. Zahteva samo softversku nadogradnju. Standard HSCSD / ECSD verovatno će biti ukinuti u korist UMTS, što je s pripajanjem paketa tehnologija brzine od 2Mbps.



Slika 1. Prelaz sa 2G na 3G

HSCSD ima prednost u odnosu na GPRS time što mu je zagarantovan kvalitet usluge, jer je posvećena mreža s komutacijom kanala. To čini HSCSD boljim protokolom za timing- osjetljive aplikacije, kao što su prenosi slika ili video prenosi. HSCSD nije tako rasprostranjena kao i GPRS. Trenutno je dostupan u preko 27 zemalja.

5.2. GPRS

GPRS (*General Packet Radio Services*–Opšti paket-radio servis) krajnjim korisnicima teoretski dozvoljava maksimalne brzine prenosa podataka do 171 kbps uz nisku verovatnoću bitske greške. Osim toga, korisnicima koji rade u režimu prenosa podataka više se ne naplaćuje vreme trajanja konekcije kao kod osnovnog GSM standarda, već isključivo ostvareni bitski protok. GPRS koristi postojeću mrežnu infrastrukturu GSM mreža, s tim da je neophodno da se izvrši minimalna softversko-hardverska nadogradnja pojedinih sistemskih komponenta. Prenos govora vrši se na identičan način kao u klasičnim GSM mrežama, tako da je sva starija korisnička oprema i dalje funkcionalna, a novija pruža i dodatne usluge bazirane na prenosu veće količine podataka, poput ostvarivanja brzih bežičnih konekcija ka Internetu, razmene multimedijalnih MMS poruka (*Multimedia Messaging Service*), koje osim teksta mogu da nose digitalizovane slike i zvučne zapise... Kvalitet servisa koji zahtevaju različite aplikacije veoma se razlikuje (npr. multimediji, Web aplikacije i e-mail). U zavisnosti od potreba korisnika zavisice i kvalitet prenosa. GPRS omogućava korisnicima da definišu željeni QoS

(*Quality of Service*) profil podešavanjem različitih parametara (prioriteta), pouzdanosti, kašnjenja i željenog protoka. Na taj način korisnik bira kvalitet servisa u zavisnosti od potreba i trenutnih raspoloživih resursa. Naravno, cena će zavisiti od prenetog sadržaja, tipa servisa i izabranog QoS profila.

5.3. EDGE

Enhanced Data Rates for Global Evolution (EDGE) sistem, kao sistem mobilnih telekomunikacija treće generacije predstavlja ekstenziju GSM arhitekture. Međutim, za razliku od GSM sistema, koji koristi *Gaussian Minimum Shift Keying* (GMSK) modulaciju, EDGE sistem uvodi novu modulacionu tehniku (8-PSK - *Eight-Phase-Shift Keying* modulacija) i koristi nove radio protokole. 8-PSK modulacija i novi radio protokoli omogućavaju veće maksimalne digitalne protoke i povećavaju spektralnu efikasnost. Digitalni protok simbola kod 8-PSK modulacije ostaje 270 KSimb/s, ali ukupni digitalni protok po vremenskom slotu na radiointerfejsu iznosi 69.2 kbps.

EDGE može se posmatrati i kao novi generički interfejs koji efikasno omogućava veće digitalne protoke kako za servise za prenos podataka koji se baziraju na komutaciji paketa (*packet-switched services*), tako i za servise za prenos podataka koji se baziraju na komutaciji kola (*circuit-switched services*) u slučaju GSM/EDGE mobilnih mreža koje rade u opsegu 800, 900, 1800 i/ili 1900 MHz.

Enhanced Circuit Switched Data (ECSD) i *Enhanced General Packet Radio Service* (EGPRS) predstavljaju komponente EDGE sistema koje poboljšavaju postojeće GSM servise za prenos podataka koji se baziraju na komutaciji kola i servise za prenos podataka koji se baziraju na komutaciji paketa, respektivno. *Enhanced GPRS* (EGPRS) sistem podržava obe (GMSK i 8-PSK) modulacione metode i definiše 9 modulacionih i kodnih šema (MCS).

Modulacione i kodne šeme od MCS-1 do MCS-4 koriste GMSK modulacionu tehniku i omogućavaju maksimalne digitalne protoke za prenos korisnih podataka od 8.4 kbps do 17.6kbps.

Dakle, osnovna ideja jeste unapređenje GSM/GPRS servisa za prenos podataka (omogućavaju se veći digitalni protoci). Uticaj novog sistema na postojeću GSM/GPRS mrežu je mali i omogućava iskorišćenje postojeće infrastrukture, ne zahteva izmenu radio mreže, niti utiče na kvalitet postojećih komunikacija.

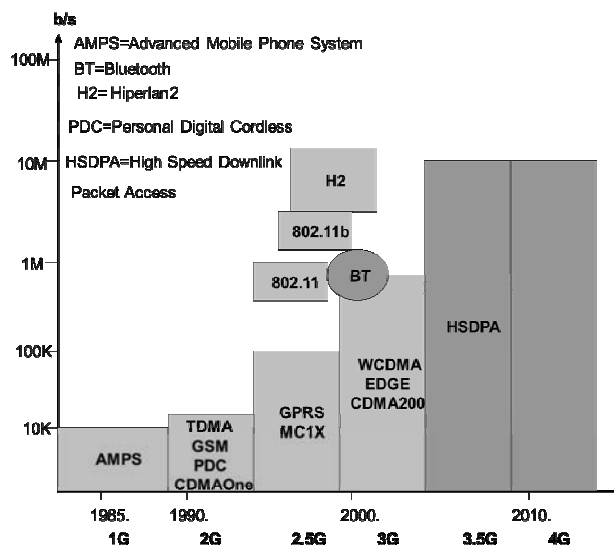
6. 3G SISTEMI– UMTS i ITM-2000

Najvažniji zahtev koji se postavlja pred treću generaciju digitalnih mobilnih mreža jeste prenos multimedijalnih sadržaja (grafičkih, audio i video), tj. vrlo velike količine korisničkih podataka. Kako bi se skratio proces projektovanja i pojednostavila sistemska struktura 3G mreža, svi servisi koji u njima postoje, uključujući i prenos telefonskih razgovora, ostvareni su u skladu sa principima paketnog prenosa podataka i paketne komutacije. Rukovanje korisničkim podacima od strane sistema zasnovano je na IP standardu. Ovo je važna činjenica jer omogućava da se svi aplikativni programi koji su do tada razvijeni za komunikaciju u IP okruženju mogu i dalje neometano koristiti u novim 3G mrežama.

Svi 3G sistemi danas nose zvaničnu oznaku ITM-2000 (*International Mobile Telecommunications - 2000*), koja osim UMTS standardizuje još nekoliko naprednih vrsta bežičnih, mobilnih i satelitskih sistema: DECT+, TD-CDMA, FD-TDMA, CDMA2000, UWC-136. Predviđalo se da će korisnici 3G mreža biti u mogućnosti da ostvareju konekcije brzinama i do 2Mbps, što je omogućilo kvalitetnu implementaciju savremenih širokopojasnih servisa poput emitovanja radio i TV programa putem Interneta (tzv. audio i video streaming), video-telefonije, održavanja telekonferencijskih prenosa i sl. Takođe, posebna pažnja posvećena je postizanju visokog stepena kompatibilnosti između zemaljskih i satelitskih 3G sistema. Organizacija radio-interfejsa, koja je primenjena u 3G sistemima, vrlo je različita u odnosu na organizaciju GSM/GPRS i TETRA radio-interfejsa [4].

6.1 MIGRACIJA KA 4G SISTEMIMA

Razlog migracije mobilnih telekomunikacionih sistema ka četvrtoj generaciji jeste formiranje jednog globalnog sistema koga karakterišu velike brzine prenosa podataka, globalni *roaming* i mnogobrojni servisi sa različitim kvalitetom (QoS-*Quality of Service*). Formiranje globalnog sistema podrazumeva integraciju fiksne, celularne i satelitske mreže kao i WLAN (*Wireless Local Area Network*). Na slici 2. prikazan je razvoj savremenih mobilnih telekomunikacionih sistema. Već 2007. godine obavljena je raspodela spektra za 4G a početkom 2010. počela je komercijalna upotreba sistema.



Slika 2. Razvoj telekomunikacionih sistema.

Testiranja mreže četvrte generacije pokazala su da je po red praktično neograničene mobilnosti korisnika moguće ostvariti brzinu prenosa između 20Mb/s i 100Mb/s (što je 75 puta brže od trenutno ostvarivih protoka u bežičnim mrežama). U laboratorijskim uslovima ostvaren je protok od neverovatnih 1Gb/s. Zahvaljujući izuzetno velikim brzinama protoka podataka, putem mobilnog terminala biće moguće paralelno korišćenje nekoliko aplikacija kao što su na primer videokonferencija i prikazivanje video sadržaja. Iako za sada ne postoji tačna definicija niti standard za 4G možemo reći da je to mreža koja koristi Internet Protokol u cilju kombinacije različitih pristupnih mreža.

U okviru 4G sistema, radio pristupna mreža (RAN-*Radio Access Network*), kao i samo jezgro mreže (CN-*Core Network*), zasnivaju se na komutaciji paketa, što podrazumeva potpunu IP arhitekturu jezgra mreže.

Pretpostavlja se integracija 2G (GSM), 2.5G (GPRS, EDGE), 3G (UMTS, CDMA2000) čelijskih mreža sa javnim, kućnim, poslovnim kao i *ad-hoc* mrežama. Ovakva arhitektura podrazumeva i korišćenje nekih novih mrežnih elemenata kao što su serveri i mrežni prolazi za pojedine vrste medija. Serveri bi trebalo da omoguće pristup do aplikacija, dok mrežni prolazi pružaju mogućnost priključivanja na različite vrste mreža uključujući i mreže za pristup. Uspostavljanje ovakve heterogene arhitekture mreže podrazumeva rešavanje mnogobrojnih problema kao što su: potpuna mobilnost korisnika, veoma brz handover, zadovoljavajući kvalitet servisa, bezbednost i tarifiranje.

7. 4G SISTEMI

Iako 3G sistemi još uvek nisu dostigli potpunu komercijalnu upotrebu, mobilni sistemi četvrte generacije su već u fazi planiranja. Teži se da 4G postane unapređena verzija 3G mreža sa potpunim paketskim prenosom podataka i širokim propusnim opsegom. Pretpostavlja se da će u drugoj fazi razvoja 3G sistema, sve mobilne mreže preći na IP tehnologiju i to će biti osnova za razvoj i realizaciju 4G mreža [5].

8. SATELITSKE MREŽE ZA PRENOS PODATAKA

Prenos korisničkih podataka putem satelita predstavlja tehnologija koja postaje realnost. U zavisnosti od toga da li su upotrebljeni sateliti namenski dizajnirani za prenos dvosmerne komunikacije ili su iskorišćeni standardni sateliti za prenos satelitske televizije, usluge koje ove kompanije nude međusobno se dosta razlikuju [6].

One se kreću u rasponu od naručivanja prenosa određene količine podataka unapred (naručuju se putem zemaljske Internet mreže, nakon čega se emituju do krajnjih korisnika preko satelita), sve do tzv. satelitske telefonije i potpuno interaktivne širokopojasne Internet komunikacije (VSAT). Nažalost, do sada se najveći broj kompanija koje su se uključile u ovu trku suočio sa velikim finansijskim teškoćama. Uzrok najverovatnije leži u činjenici da još uvek ne postoji jedinstveni svetski standard za prenos podataka putem satelita, što praktično onemogućava formiranje globalnog i otvorenog tržišta za proizvođače satelitske opreme, a samim tim i započinjanje visokoserijske proizvodnje korisničke opreme. To znači da su potencijalni korisnici primorani da vrlo oprezno biraju sistem čije usluge nameravaju da koriste s obzirom na potpunu neupotrebljivost vrlo skupe primopredajne opreme u okviru drugih sistema.

S obzirom da je satelitska (i uopšte kosmička) tehnologija početkom XXI veka još uvek u razvoju, u budućnosti bi u ovoj oblasti trebalo očekivati velike promene u pozitivnom smislu. Očekuje se da će korišćenje usluga, bar nekih od satelitskih sistema, uskoro postati pouzdan, globalno dostupan i relativno jeftin način za prenos velike količine podataka između velikog broja krajnjih korisnika.

9. ZAKLJUČAK

Nivo razvoja današnje tehnologije je takav da je uz srazmerno vrlo mala ulaganja moguće ostvariti ogromne dobitke u smislu povećanja kvaliteta rada najrazličitijih sistema i kvaliteta usluga koje se nude krajnjim korisnicima. Ukoliko smo uz to svesni velikih promena koje će gotovo izvesno nastupiti u celom svetu već tokom prve polovine XXI veka (promena klime, intenzivni razvoj saobraćaja, reorganizacija svetske privrede...), postaće jasno da je modernizacija postojećih i formiranje novih mernih i drugih informacionih sistema pre neophodnost nego pitanje slobodne volje pojedinih državnih i regionalnih administracija.

S obzirom na mogućnosti i pristupačnost današnje informacione tehnologije, odluka da li ćemo se uključiti u savremene tokove kretanja industrije i nauke nije nešto što je značajno uslovljeno trenutnim položajem pojedinca, kompanije ili države - izbor je na nama samima.

10. LITERATURA

[1] Prof.dr Vera Marković: "Mobilni komunikacioni sistemi I",ETF NIŠ

[2] <http://en.wikipedia.org>

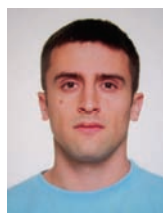
[3] Prof. dr Đorđe Paunović, doc. dr Aleksandar Nešković, dr. Nataša Nešković: "Evolucija GSM sistema (GPRS & EDGE)",Telfor 2004.

[4] "3G System Training", Nokia Networks, 2000, http://www.three-g.net/3g_standards.html

[5] Rosita Popović, Dr Zoran Petrović: "Arhitekture protokola za obezbeđenje kvaliteta servisa kod mreža četvrte generacije", Telfor, novembar 2003.

[6] Dr Slavko Pokorni:" Satelitske komunikacije", www.link-elearning.com

Kratka biografija:



Mladen Karović rođen je u Foči 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Telekomunikacije odbranio je 2010.god.



Željen Trpovski rođen je u Rijeci, 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1998. god. Od 2004. ima zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su telekomunikacije i obrada signala..

INTERNET PROTOKOL TELEVIZIJA

INTERNET PROTOCOL TELEVISION

Milana Jakšić, Željko Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – IPTV ili Internet Protokol televizija, poznata i kao Telco TV ili širokopolasna TV, predstavlja zaštićeno i sigurno emitovanje visoko kvalitetne televizije i/ili videa na zahtev i audio sadržaja preko širokopolasne mreže. Termin IPTV se obično odnosi na predaju tradicionalnih TV kanala, filmova i videa na zahtev putem privatne mreže [1].

Abstract – IPTV, also called Internet Protocol Television, Telco TV, or broadband TV, is about securely delivering high quality broadcast television and/or on-demand video and audio content over a broadband network. IPTV is generally a term that is applied to the delivery of traditional TV channels, movies, and video-on-demand content over a private network.

Ključne reči: Internet Protokol, pristupne mreže, MPEG komprimovanje, frejm, IPTV Head End, standardna i visoka rezolucija video slike.

1. UVOD

Televizija, kao odavno poznat medij, oblikovala je društveni i kulturni život u poslednjih šesdeset godina. U početku je sistem prenosa televizijskog programa bio analogni. Međutim, najznačajniji napredak u televizijskoj tehnologiji jeste digitalna televizija koja nudi korisnicima bolji izbor i kvalitet.

Na drugoj strani, razvojem Internet globalne mreže, bazirane na TCP/IP protokolu, menja se i način života svakog pojedinca. IPTV je počela da osvaja svet uz integraciju sa već postojećim kablovskim, satelitskim, zemaljskim i drugim tehnologijama i ostalim Internet pristupima za prenos video sadržaja preko IP zasnovanog servisa. IPTV jeste mehanizam za prenos strima video sadržaja putem mreže koja koristi mrežni internet protokol [1].

IPTV je veoma koristan sistem pomoću kojeg možemo istovremeno primati i TV i video signal zajedno sa drugim multimedijalnim servisima koje obezbeđuje IPTV platforma bazirana na TCP/IP. IPTV je praktično fuzija servisa za prenos glasa, slike i podataka.

Rezultat je veoma visokog protoka i veoma brzog internet pristupa, HSI (High Speed Internet) IPTV omogućava servis provajderima efikasnost u učestvovanju na konkurentskom tzv. „Triple play” tržištu telekomunikacija. Triple play servise čine VoIP, IPTV i Internet servisi koji se mogu prenositi do korisnika istim linkom.

NAPOMENA:

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

2. IPTV PRISTUPNE MREŽNE TEHNOLOGIJE

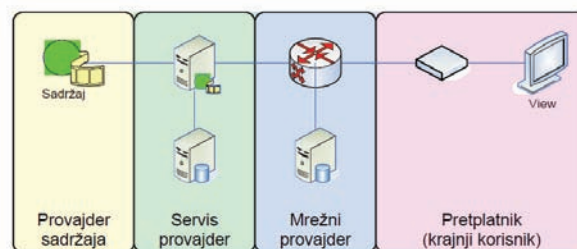
Priroda IPTV tehnologije zahteva implementaciju mrežnih platformi veoma visokog kapaciteta i brzina kako bi se podržao prenos IP zasnovanog sadržaja. Svrha ovih mreža jeste dvosmerni prenos bita između IPTV korisničkog uređaja i IPTV Handend servis provajdera na način kojim se neće ugroziti kvalitet video strima koji se dostavlja korisniku. Svaki IPTV provajder se odlučuje za tip i složenost mrežne arhitekture koju će koristiti.

IPTV mrežnu arhitekturu čine dva osnovna dela: poslednji kilometar ili *last mile* širokopolasne mreže i *core* mrežna okosnica [3]. Širokopolasne pristupne mreže koje ispunjavaju IPTV zahteve za propusnim opsegom su:

- Optička mreža
- DSL mreža
- Kablovska mreža
- Satelitska mreža
- Fiksna bežična širokopolasna mreža

3. IPTV ARHITEKTURA

Ako IPTV posmatramo kao uslugu onda u IPTV sistemu postoje različiti međuzavisni nivoi odnosno provajderi koji tu uslugu omogućavaju. To su provajder sadržaja, IPTV servis provajder, mrežni provajder i korisnik. Glavni elementi IPTV sistema prikazani su na Slici 1.



Slika 1. IPTV arhitektura višeg nivoa

Provajderi sadržaja mogu biti razni izvori sadržaja u zavisnosti od tipa sadržaja. Provajder sadržaja prikuplja i skladišti TV sadržaj u digitalnom, komprimovanom obliku TV signala. TV sadržaj može biti živi ili snimljeni TV program. Provajder sadržaja može biti TV kuća koja kreira program, nezavisna produkcijska kuća ili filmska industrija. Važni provajderi unutar IPTV okruženja su filmska industrija, TV sa obrazovnim ili sportskim programom kao i mreže koje nude zabavu. Oni prodaju pakete sadržaja provajderima IPTV servisa. Živ (*live*) sadržaj pored lokalnog može biti emitovan putem satelitskih veza. Drugi provajderi sadržaja izdaju fizičke medijume (DVD-i, trake, itd.) sa snimljenim sadržajem.

IPTV HeadEnd ili *IPTV Servis provajder* ostvaruje interakciju između sadržaja i pretplatnika i pruža uslugu pristupa TV sadržajima preko IP mreže. *IPTV Head End* jeste centar za prikupljanje podataka i obuhvata sve izvore sadržaja uključujući nezavisne izvore i privatne sadržaje. Predstavlja glavni deo IPTV sistema. *Head End* je pod potpunom kontrolom IPTV servis provajdera. Odgovoran je za nastanak sadržaja, njegovu obradu u IP sadržaj i slanje do korisnika putem mreže provajdera. Obradom se sadržaj konvertuje u komprimovan digitalni video strim, koji zahteva manji propusni opseg, i koji je spreman za slanje putem TCP/IP mreža. IPTV servis provajderi kriptuje ili skrembluje sadržaj kako bi se izbegao neovlašćen pristup.

Mrežni provajderi obezbeđuje vezu između IPTV servis provajdera i korisnika. To je komunikaciona infrastruktura u vidu IP mreže kojom se vrši ažuriranje i prenos TV programi, kontrolne informacije do pretplatnika i obrnuto korisnički zahtevi do IPTV servis provajdera. Mrežni provajder može koristiti različite tipove širokopolasnih mreža odnosno (DSL, kablovska..). Sadržaji koji napuštaju IPTV HeadEnd prenose se kao *unikast* saobraćaj, usmeren ka određenim korisnicima ili kao *multikast* saobraćaj, usmeren ka grupi korisnika koji su zainteresovani isti video ili neki drugi sadržaj..

Pretplatnici su poslednji element infrastrukture koji imaju opremu koja je namenjena za prijem, dekodovanje i prikaz sadržaja koji je poslat od strane IPTV servis provajdera i oni su obavezni da poštuju uslove ugovorene sa IPTV servis provajderima.

Krajnji korisnik IPTV sistema predstavlja IP opremljen dom, sa LAN mrežom kojom se IPTV distribuira po kući. Osnovna oprema pretplatnika je Set-Top-Box (STB) koji preko IP mreže prima TV program i ostvaruje interakciju sa IPTV servis provajderom. STB je povezan na modem koji konvertuje informaciju u IP zasnovanu i u nekim slučajevima se koristi splitter da obezbedi govorni servis ako se koristi mreža za javni telefonski servis (PSTN). Ulaz-*gateway* se koristi da razdvoji IP servise (podatke, video i govor).

4. IPTV REAL-TIME KODOVANJE

Video signali koji se koriste u IPTV okruženju su skoro uvek komprimovani [1]. Kodovanje digitalnih bitstrimova zahteva upotrebu hardverskih uređaja-kodera. Proces kodovanja u IPTV *HeadEnd-u* čine tri koraka:

1. Primanje video sadržaja sa različitih izvora. Formati sadržaja variraju i mogu biti od niskog kvaliteta analognog signala do visoko kvalitetnog digitalnog strima.
2. Po prijemu, koder vrši komprimovanje sadržaja.
3. Jednom komprimovan, video sadržaj je spreman za prenos. Praktično, priprema znači da je sadržaj enkapsuliran u IP pakete podataka.

Kodovanje video sadržaja u IPTV mrežnom okruženju ima brojne prednosti i mane. Prednosti su:

- Ušteda memorije hard diska pri skladištenju videa.
- Obrada nekomprimovanog videa zahteva značajnu moć računara. Primenjivanje kompresorskih tehnika smanjuje se broj procesorskih instrukcija.
- Komprimovani strimovi se mogu prenositi putem mreža sa nižim bitskim brzinama.

- Izvorni, nekomprimovan video signal visoke definicije (HD) zahteva brzinu od 1.5Gbps što zauzima veliki deo propusnog opsega (oko hiljadu puta veći propusni opseg od standardnog ADSL linka). Bez komprimovanja se ne bi mogao preneti HD video preko IPTV mreže.

- Više komprimovanih strimova se može propustiti unutar datog propusnog opsega iste širine.

- U svetu video signala, ima dosta redundanse i loše iskorišćenog propusnog opsega. Često je neki frejm identičan sa frejmom pre ili posle njega. Bolje tehnike komprimovanja mogu iskoristiti ovu redundansu

Mane komprimovanja su:

- Proces komprimovanja/dekomprimovanja signala unosi određena kašnjenja. Kašnjenje se javlja jer većina video sistema za komprimovanje pri radu traže razliku između susednih delova ulaznog signala kao što su promene od frejma do frejma u video signalu.

- Neki podaci se gube tokom komprimovanja i kvalitet slike je lošiji nakon dekomprimovanja.

- Transkodovanje prijemnog signala i menjanje iz jednog formata komprimovanja u drugi mogu takođe uticati na kvalitet signala.

Metodi komprimovanja mogu biti: komprimovanje bez oštećenja (*Lossless compression*) i komprimovanje sa oštećenjem (*Lossy compression*) sadržaja [4,5]. Mnogi od metoda komprimovanja korišćenih u prenosu IPTV videa spadaju u kategoriju komprimovanja sa oštećenjem gde neki podaci video slike mogu biti uništeni. STB dekodier praktično ne može rekonstruisati originalnu sliku odnosno ne može dekodovati isti digitalni signal koji je poslat ali to ljudsko čulo vida ne primećuje.

4.1 MPEG-2 komprimovanje

MPEG-2 standard se pokazao kao krajnje uspešan i predstavlja dominantan transportni i kompresorski standard mnogih digitalnih TV medijama.

U osnovnoj formi video predstavlja sekvencu slika, koje se prikazuju po sekvencijalnom redu. Tehnički termin za video sliku je frejm. Čulo vida može registrovati oko 25 frejmova u sekundi (fps).

- Prva faza komprimovanja jeste pododabiranje što u osnovi predstavlja redukovanje veličine svakog frejma tj. smanjenje broja bita i potrebnog propusnog opsega.

- Druga faza komprimovanja video signala jeste deljenje frejma slike na blokove od 8x8 piksela.

- Nakon ovih faza, MPEG vrši Diskretnu Kosinusnu Transformaciju-DCT na svaki video blok nezavisno. Princip DCT funkcije ogleda se u razdvajanju video blokova na delove različite važnosti.

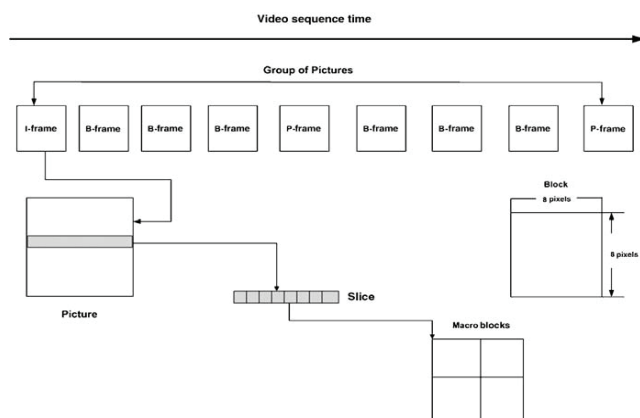
- Sledeći korak MPEG komprimovanja jeste kvantizacija.

- Kada su svi blokovi frejma komprimovani, frejm slike se prebacuje u nove tzv. makroblokove. Svaki makroblok se sastoji od 16x16 piksela u bloku koji je opisan komponentama osvetljenja i sjajnosti.

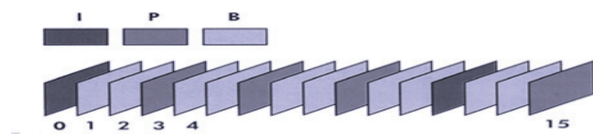
- Makroblokovi se koduju u horizontalne odsečke (*slices*). Sekvenca makroblokova čini odsečak. Odsecci su predstavljeni u vidu horizontalnih pruga sačinjenih od slika s leva na desno. *Slika 2*.

Komprimovanje se zasniva na razlici između pojedinih frejmova. Ako pogledamo da se u sekundi prikazuje 30 ili

MPEG koder zbog toga ne beleži svaku sliku, već zabeleži prvu, a za svaku sledeću beleži samo razlike u izgledu slike. Prva slika koja se beleži cela naziva se intrafrejm (I frejm).



Pored I frejma, kod MPEG standarda postoji i P frejm (*Predicted*–predviđen) i B frejm (*Bidirection*-dvosmeran). P frejm je nastao na osnovu predikcije I frejma i odgovarajućih informacija o razlici između frejmova. B frejm je nastao na osnovu informacija iz B i P frejmova. I, P i B tipovi frejma daju sekvencu frejmova zvanu grupa slika, GOP (*Group of Picture*). Na Slici 3. data je tipična MPEG GOP sekvencu.



Slika 3. GOP sekvenca frejmova za prikazivanje

Primena MPEG-4 tehnike komprimovanja zahteva specijalnu opremu u IPTV Head End-u i uvođenje nove tehnologije dekodovanja kod IPTVCD korisničke opreme. Do nedavno je jedna od najvećih mana MPEG-4 komprimovanja bila potreba za većom snagom procesora i memorije za dekodovanje MPEG-4 video sadržaja. Napredak u razvoju IPTVCD opreme je u poslednjih par godina uticao da MPEG-4 bude glavna tehnologija komprimovanja koja se primenjuje kod IPTV Head End-a i IPTVCD korisničke opreme (STB).

U slučaju prenosa HD signala, potreban opseg je ekvivalentan onom koji je potreban za prenos šest SD kanala. Kako bi zadovoljili sadašnje i buduće zahteve za propusnim opsegom koristi se standard zvan MPEG-4 Deo 10 poznat kao i H.264/ AVC (*Advanced Video Coding*).

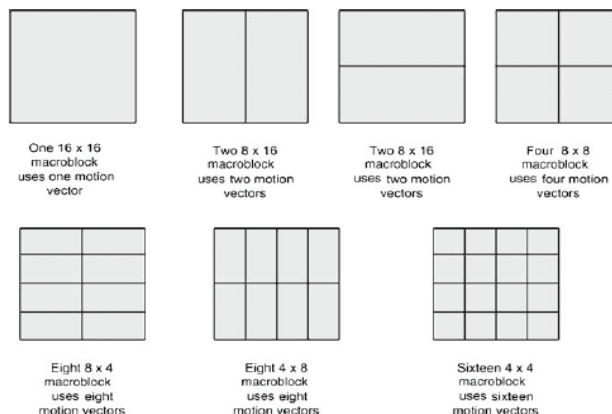
Standard H.264/AVC predstavlja napredno video kodovanje visokih performansi koji daje odličan kvalitet video signala, ekonomičnost i uštedu opsega. Prednosti:

- Omogućava prenos visoko kvalitetnih video servisa preko mreža sa malim kapacitetima propusnog opsega.
- Zahteva manji propusni opseg. H.264/AVC video kvalitet je skoro isti MPEG-2 kvalitetu ali zahteva manji propusni opseg za prenos istog kvaliteta signala.
- Interoperabilan sa postojećim infrastrukturama za video obradu jer omogućava operaterima da koriste svoju postojeću MPEG-2 i IP mrežnu infrastrukturu.
- Podrška za HDTV. Ovaj standard može podržati dupli ili čak trodupli kapacitet postojećih mreža. Operatori mogu koristiti ovaj standard radi distribucije HD videa DVD kvaliteta preko postojećih mreža.
- H.264/AVC redukuje prostor potreban serveru za čuvanje video sadržaja.
- Nezavistan transport. H.264/AVC komprimovan sadržaj može biti transportovan preko različitih tipova protokola kao što su ATM, RTP, UDP, TCP i sl.
- Laka adaptacija na mreže lošeg kvaliteta.

Korišćenjem mehanizma itrapredikcije i kodovanja, H.264/AVC je sposoban da iskoristi *prostornu redundansu* koja je deo video slike. To funkcioniše slično kao kod MPEG-2 u smislu da je transformacija primenjena zasebno na svaki frejm. Međutim, sličnost dve tehnologije ovde i prestaje. Kod MPEG-2 komprimovanja, DCT transformacija se primenjuje na svaki makroblok frejma slike, dok je kod MPEG-4 DCT transformacija primenjena na susedne makrobloke. Ovaj pristup je baziran na pretpostavci da je razlika između susednih makroblokova mala. H.264 komprimovanje koristi okolne makrobloke, koji su već kodovani, kao referentne u cilju da predvidi specifične makrobloke koji su od koristi. Predviđanje makrobloka smanjuje potrebnu količinu bita u poređenju sa direktnom transformacijom makrobloka.

Interpredikcija i komponente kodovanja H.246/AVC komprimovanja oslanjaju se na procenu pokreta radi iskorišćenja različitih *vremenskih redudansi* koje postoje između frejmova u sekvenci.

Osnovna jedinica procesa kodovanja/dekodovanja jeste makroblok. Makroblokovi se kombinuju i formiraju odsečke koji za uzvrat formiraju frejmove. Kompenzacija pokreta koja je vršena u predhodnoj MPEG verziji je bila ograničena unutar makrobloka od 16x16 piksela, dok MPEG-4 vrši podelu makrobloka u manje particije gde svaka particija ima svoj vektor pokreta. Cilj podele je povećan efekat u predviđanju kompenzacije pokreta na veoma detaljnom nivou. Detalji o 7 različitih veličina blokova ilustrovani su na *Slici 4*.



Slika 4. Veličine blokova koje podržava H.246/AVC

H.264/AVC koristi pored I, P i B frejma koristi i dodatna dva tipa frejma: *komutirani I frejm* (Switching I-SI i *komutirani P frejm* (Switching P - SP).

Ovi frejmovi omogućavaju dekomeru STB-a da se preusmeri sa jednog strima na *live* strim bez korišćenja referentnih slika.

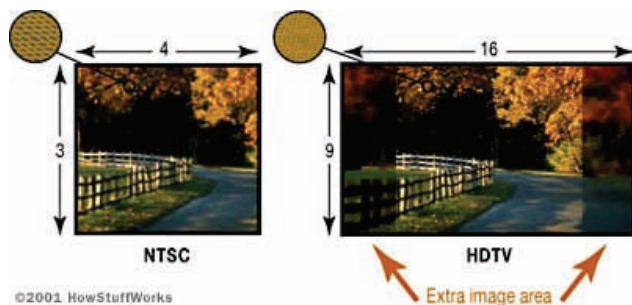
5. HDTV PREKO IP PROTOKOLA

SDTV (*Standard definition TV*) ili TV standardne rezolucije je sistem digitalnog emitovanja televizije koji omogućava korisniku bolju sliku i obogaćenost bojama u poređenju sa analognom TV standardne rezolucije. Međutim, digitalna televizija je evoluirala u HDTV (*High Definition TV*), najkvalitetniji oblik DTV.

Digitalna tehnologija je pogodna za kreiranje HDTV slika sa više informacija i detalja, proizvodeći time bioskopski efekat sa jasnom i čistom bojom slike.

SDTV ima rezoluciju od 640x480 piksela, dok HDTV ispisuje 1080 x 720 linija rezolucije.

Odnos kod tradicionalnog TV ekrana je 4:3 dok HDTV koristi odnos 16:9 [5]. Poređenje ova dva formata vidi se na Slici 5.



Slika 5. Odnos širine i visine kod NTSC i HD formata

Primenom naprednih tehnika komprimovanja i veoma brzih mrežnih tehnologija, sada je moguće obezbediti korisnicima IP HDTV servis visokog kvaliteta. Dostavljanje HD sadržaja preko IP širokopojasne platforme ima i određene preduslove:

- HDTV ima velike zahteve za propusnim opsegom u poređenju sa SDTV video strimovima. Za takve potrebe mrežna infrastruktura treba da se nadogradi kako bi omogućila dovoljan propusni opseg za prenos višestrukih HDTV strimova do korisničkih domova.

- Prijemni sistem u IPTV Head End-u mora biti modifikovan da bi mogao da podrži i upravlja velikom količinom video podataka. Takođe su neophodni i veliki skladišni resursi kako bi se prilagodili stalnom rastu veličine datoteka što je karakteristika HD videa.

- Unutrašnja mrežna infrastruktura IPTV Head End-a mora da podrži visoke brzine prenosa. Ovo može zahtevati i doradu postojeće kablovske infrastrukture.

- IPTV korisnici moraju imati HD STB-ove i HD televizore kako bi prikazan video sadržaj bio HD kvaliteta.

6. INTERAKTIVNE IPTV APLIKACIJE

IPTV donosi gledaocima interaktivnost u tradicionalnoj televiziji [2]. Pored mogućnosti gledanja stotine kanala, istovremeno snimajući drugi TV material, korisnici mogu pristupiti interaktivnim TV servisima: Elektronski programski vodič (EPG), IP-VoD, pregled IPTV kanala, IPTV e-mail, naplata usluga preko IPTV, identifikacija poziva preko TV, reklamiranje preko IPTV, kontrola i ograničen pristup sadržaju, igrice na zahtev, personalizovanje kanala...

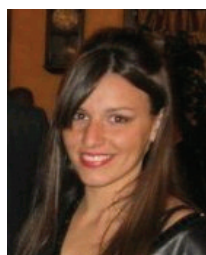
7. ZAKLJUČAK

IPTV ima bezprekornu budućnost kao sistem prenosa digitalnih interaktivnih servisa do korisnika. Preduslov za razvoj IPTV su širokopojasne mreže visokih kapaciteta koje po jednom medijumu mogu „dostaviti“ više servisa. Tipičan primer su *Triple Play* paketi servisa koji čine IPTV programi, HSI i VoIP kao i drugi interaktivni servisi. IPTV, kao skup servisa, pored klasičnog emitovanja TV sadržaja, obezbeđuje servise kao što su VoD, plaćanje po gledanju, TV programe HD kvaliteta i servise privatnog videorekordera..

8. LITERATURA

- [1] Gerard O'Driscoll, „Next Generation IPTV Services and Technologies“, 2008.god.
- [2] David Ramirez, „IPTV Security“, 2008.
- [3] Grupa autora, „Pristupne tehnologije – DSL, KDS“, Fakultete tehničkih nauka, Novi Sad, 2003.
- [4] <http://www.wikipedia.org/>
- [5] <http://ktios.uns.ac.rs>

Kratka biografija:



Milana Jakšić rođena je u Novom Sadu 1986. god. Diplomski-bachelor rad na temu „ADSL pristup internetu“ odbranila je 2009. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, i okončala osnovne akademske studije sa prosečnom ocenom 8.67. Od 2009.god. student je master studija na Fakultetu tehničkih nauka.



Željko Trpovski rođen je u Rijeci (Hrvatska) 1957 god. 1991. je magistrirao, 1998. doktorirao na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Od 2004. god. poseduje zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su mu osnovi telekomunikacija i digitalna obrada slike. Na Fakultetu tehničkih nauka drži nastavu iz predmeta Analiza telekomunikacionih sistema i signala, Optičke telekomunikacije i Digitalna obrada signala i slike.

PRIMENA METODA ZA ODREĐIVANJE SUDARNIH BRZINA PRI NALETU VOZILA NA PEŠAKA

APPLICATION OF THE METHOD FOR DETERMINING THE COLLISION VELOCITY IN COLLISION OF VEHICLES ON PEDESTRIAN

Igor Stojiljković, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast: SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj –U radu su prikazane metode koje se koriste za određivanje sudarnih brzina pri naletu vozila na pešaka. Prikazane metode su nakon toga analizirane na primerima realnih saobraćajnih nezgoda, nakon čega je data opšta procena njihove upotrebljivosti u savremenoj praksi veštačenja.

Abstract – The paper describes the methods used to determine the collision rate in collision with pedestrian vehicles. Above method were then analyzed on the examples of real traffic accidents, followed with general estimation of their applicability in contemporary practice expertise.

Ključne reči: Nalet vozila na pešaka, sudarne brzine, pedestrian collision speed.

1. UVOD

Na godišnjem nivou približno 1,2 miliona ljudi pogine i skoro 50 miliona bude povređeno u saobraćajnim nezgodama širom sveta. Podaci Ministarstva Unutrašnjih Poslova Republike Srbije navode da se u 2008. godini u Srbiji dogodilo oko 68.000 saobraćajnih nezgoda u kojima je povređeno oko 22.000 ljudi, a čak 897 lica je izgubilo život od kojih 36 dece uzrasta do 14 godina. U okviru saobraćajnih nezgoda posebnu kategoriju čine saobraćajne nezgode sa pešacima. Ono po čemu se ove saobraćajne nezgode izdvajaju od ostalih jeste to da ih karakteriše velika žestina i pri malim vrednostima sudarnih brzina. Za rekonstrukciju ove vrste saobraćajnih nezgoda koristi se veliki broj metoda, a među njima se posebno izdvajaju metode koje se koriste za identifikaciju sudarnih brzina. Predmet ovog rada jeste analiza metoda koje se koriste za određivanje sudarnih brzina. Cilj je da se nakon izvršenog prikaza, na primerima realnih saobraćajnih nezgoda primene navedene metode. Poređenjem dobijenih rezultata sa rezultatima koji će biti dobijeni u kompjuterskoj simulaciji nezgode, daće se procena upotrebljivosti prikazanih metoda za pojedine tipove ove vrste saobraćajne nezgode.

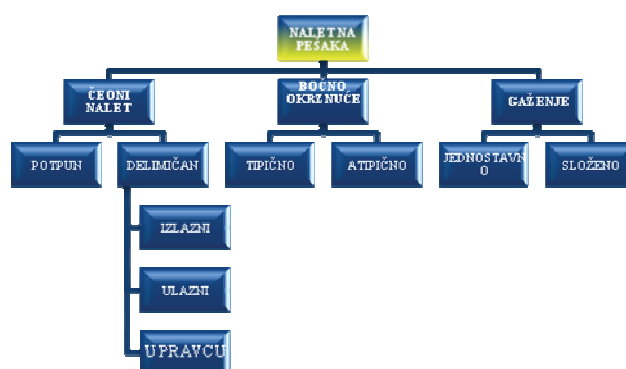
2. OSNOVNE VRSTE NALETA VOZILA NA PEŠAKA

Pod sudarom vozila i pešaka podrazumeva se svaki kontakt tela pešaka sa vozilom koje je u pokretu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz diplomskog-mater rada čiji mentor je dr Svetozar Kostić, red. profesor.

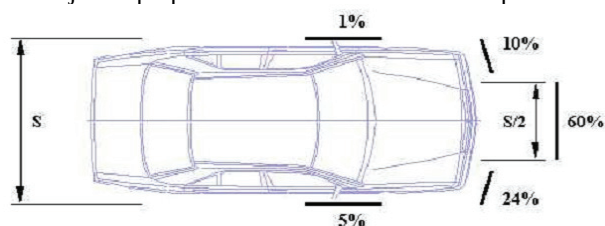
Na kinematiku naleta vozila na pešaka najveći uticaj imaju kretanja kako vozila, tako i pešaka, kao i oblik karoserije vozila sa kojim je pešak došao u kontakt. Nalet vozila na pešaka se može podeliti u tri osnovne vrste (slika 1.)



Slika 1. Tipovi naleta vozila na pešaka

2.1. Čeoni nalet

Pod čeonim naletom podrazumeva se, po pravilu, udar prednjim delom karoserije vozila u telo pešaka. Treba naglasiti da je u nezgodama u kojima su učestvovali pešaci čeoni nalet na pešaka zastupljen u preko 90% slučajeva (slika 2.). Prema načinu naleta odnosno delu čela sa kojim je vozilo došlo u kontakt sa pešakom razlikujemo: potpuni i delimični čeoni nalet na pešaka.



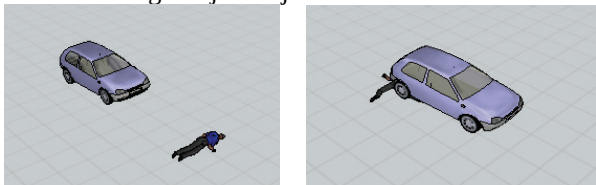
Slika 2. Procentualna raspodela primarnih kontakata

2.2. Bočno okrznuće

Bočno okrznuće je tip naleta vozila na pešaka kod koga se kontakt dešava isključivo sa bočnom stranom automobila. Postoje dve vrste okrznuća: tipično i atipično. Do ove vrste nezgode može doći u dva slučaja, i to ako pešak vozilu dolazi sa strane, i ako se pešak kreće u istom pravcu kao i vozilo a u suprotnom ili istom smeru. Telo pešaka u zavisnosti od njegove brzine kretanja biva odbačeno u napred ili u stranu. Kod atipičnog bočnog okrznuća telo pešaka biva udareno nekim isturenim predmetom koji se nalazi na vozilu, retrovizorom ili nekim drugim delom vozila ili tereta.

2.3. Gaženje pešaka

Gaženje je vrsta saobraćajne nezgode u kojoj su učestvovali vozilo i pešak a kod koje je došlo do prelaska vozila preko ili iznad tela pešaka. Pod pregaženjem se smatra da je makar jedan točak prešao preko dela tela pešaka, ili da je prilikom prelaženja vozila preko tela pešaka došlo do kontakta između pešaka i donjeg dela karoserije vozila pri čemu su nastale povrede na telu pešaka. U odnosu na mogućnost da telo bude pregaženo postoje jednostavno i složeno gaženje. Jednostavno gaženje je slučaj kada se pešak zbog bolesti ili nekog drugog razloga našao na kolovozu pa vozilo pređe preko njega, a drugi slučaj odnosno složeno gaženje nastaje kada vozilo nakon naleta pređe preko tela pešaka, i u tom slučaju je kasnije veoma teško utvrditi koje su povrede nastale usled gaženja a koje usled naleta.



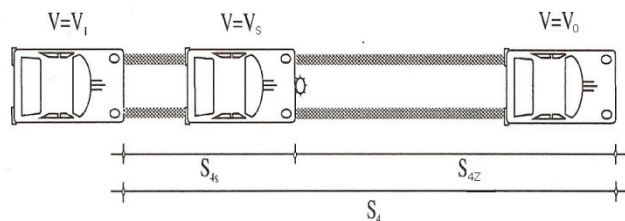
Slika 3. Tok naleta pri ležećem položaju pešaka

3. UOBIČAJENE METODE ZA ODREĐIVANJE SUDARNE BRZINE PRI NALETU PUTNIČKOG AUTOMOBILA NA PEŠAKA

Za određivanje sudarne brzine u postupcima saobraćajno-tehničkog veštačenja u našoj zemlji naj češće se koriste metode na osnovu:

- Tragova kočenja,
- Daljine odbačaja pešaka, ili predmeta koje je nosio,
- Oštećenja i deformacije vozila,
- Očitavanje sa tahografa,
- Povreda pešaka,
- Daljine odbačaja komadića stakla

3.1. Određivanje sudarne brzine na osnovu tragova kočenja



Slika 4. Kočeni nalet na pešaka

Ako je automobil na pešaka naleteo u fazi kočenja i kada su tragovi kočenja vidljivi pre, u trenutku, i posle naleta i ako se vozilo zaustavilo na kraju tragova kočenja (slika 4.), tada se sudarna brzina može izračunati po obrascu [1]:

$$V_s = \sqrt{V_1^2 - 2bS_{4s}} \quad [\text{m/s}]$$

V_1 – brzina automobila na početku tragova kočenja [m/s]

b – usporenje [m/s^2]

S_{4s} – put koji je vozilo prešlo od početka tragova kočenja do mesta naleta na pešaka [m]

U ovakvim situacijama sudarnu brzinu možemo izračunati i preko obrasca:

$$V_s = \sqrt{2bS_{4z}} \quad [\text{m/s}]$$

S_{4z} – put koji je vozilo prešlo od mesta sudara do zaustavljanja na kraju tragova kočenja [m]

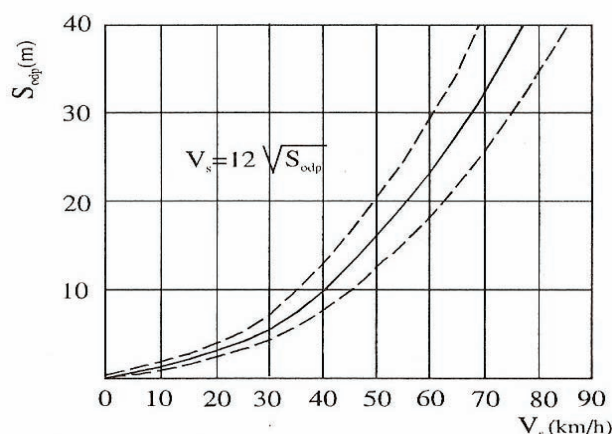
Jednačina se može upotrebiti za **putničke automobile**, kočeni naleti, tragovi kočenja vidljivi pre, u trenutku, i posle naleta do zaustavljanja

3.1. Određivanje sudarne brzine na osnovu daljine odbačaja pešaka

Određivanje sudarne brzine vozila na osnovu daljine odbačaja tela pešaka, kod naleta putničkog automobila vrši se na osnovu empirijski utvrđenog obrasca [1]:

$$V_s = 12\sqrt{S_{odb}} \pm 10 \% \quad [\text{km/h}]$$

S_{odb} – put (daljina) odbačaja pešaka [m]



Grafik 1. Odbačaj tela pešaka (S_{od}) u f-ji sudarne brzine

Ova metoda se može primenjivati isključivo u strogo definisanim uslovima i to kada je pešak odrasla osoba, sudar je bio potpuni kočeni i čeon sa usporenjem većim od 3 m/s^2 , nalet je ostvaren putničkim automobilom, a let pešaka je bio po modelu kosog hica.

4. SPECIFIČNE METODE ZA ODREĐIVANJE SUDARNE BRZINE PRI NALETU PUTNIČKOG AUTOMOBILA NA PEŠAKA

Kada su u pitanju specifične metode za određivanje sudarne brzine pri naletu putničkog automobila na pešaka one su u radu klasifikovane prema imenima autora koji su ih definisali.

4.1. Određivanje sudarne brzine vozila na osnovu jednačine date od strane Rotima

$$V_n = \sqrt{26 \cdot a_m \cdot S_{4nz}}$$

S_{4nz} – put koji je vozilo prešlo od mesta naleta do potpunog zaustavljanja [m/s^2]

a_m – maksimalno uspostavljeno usporenje [m]

$$V_n = \sqrt{(V_0 - 1,8 \cdot t_3 \cdot a_m)^2 - 26 \cdot a_m \cdot S_{4dn}}$$

S_{4dn} - Put koji je vozilo prešlo u zakočenom stanju od početka kočenja do mesta naleta

Jednačina se koristi za putnička i teretna vozila, kočeni naleti, tragovi kočenja ne prekinuti od momenta početka kočenja do zaustavne pozicije vozila.

4.2. Određivanje sudarne brzine vozila po modelu kosog hica

$$V = \sqrt{g \left(\frac{d_a^2}{h + d_a} + 2\mu d_g \right)}$$

d_g - put klizanja i kotrljanja pešaka [m]

d_a - daljina leta [m]

μ - koeficijent prljanjanja

4.3. Određivanje sudarnih brzina pri naletu vozila na osnovu jednačine Searle-a

U toku svog rada 1983. godine **Searle** razvio sledeći izraz za sudarnu brzinu koja se može upotrebiti za lansirni ugao Θ , i objekat koji odskače duž ujednačene površine u seriji sve manjih skokova dok se ne zaustavi:

$$V = \frac{\sqrt{2 \cdot \mu \cdot g \cdot d}}{\cos \Theta + \mu \sin \Theta}$$

U svim daljem radu kao rezultat 1993. godine **Searle** je razvio još dva izraza:

$$V = \frac{\sqrt{2 \cdot \mu \cdot g \cdot (d + \mu \cdot h)}}{\cos \Theta + \mu \sin \Theta} \quad V_{\min} = \frac{\sqrt{2 \cdot \mu \cdot g \cdot (d + \mu \cdot h)}}{1 + \mu^2}$$

h - visina težišta pešaka [m]

d - ukupna daljina odbačaja

μ - koeficijent prljanjanja

Za putničke automobile, kočeni nalet, kretanje pešaka po modelu kosog hica, pešak u trenutku kontakta stoji.

4.4. Određivanje sudarnih brzina pri naletu vozila na osnovu jednačine Higgins-a

Za određivanje vrednosti brzine koristi se kvadratna jednačina sa vrednostima parametara A, B, C:

$$A = \frac{1}{254 \cdot \mu} \quad B = 0,208 \cdot t_r \quad C = -d$$

$$V = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

t_r - vreme reagovanja od 0,75s koje se množi sa 0,2777 kada je V u km/h

Za putničke automobile, kočeni nalet, kretanje pešaka po modelu kosog hica, poznati podaci o tragovima kočenja od mesta kontakta do zaustavne pozicije vozila.

U situacijama kada vozilo prilikom naleta proklizava za t_r se uzima vrednost 0.

4.5. Određivanje sudarnih brzina pri naletu vozila na pešaka na osnovu jednačine Limpert-a

Sve **Limpertove** jednačine za izračunavanje sudarne brzine vozila pri naletu na pešaka date su u imperijalnom mernom sistemu. Da bi se ove jednačine mogle primenjivati u metričkom sistemu potrebno je određenim koeficijentima izvršiti korekciju ulaznih podataka. Koeficijenti će omogućiti da se ulazni podaci unose u merama iz metričkog sistema, a i krajnji rezultat za sudarnu brzinu takođe će se dobiti u km/h.

$$V_{mph} = 6,6 \cdot \left(\sqrt{8,4 \cdot \mu^4 + \mu \cdot d_t} \right) - (20 \cdot \mu^2) \pm 2,5 [mph]$$

$$V_{km/h} = k_1 \left(6,6 \cdot \left(\sqrt{8,4 \cdot \mu^4 + k_2 \cdot \mu \cdot d_t} \right) - (20 \cdot \mu^2) \right) \pm 4 [km/h]$$

$$V_{km/h} = 1,61 \cdot \left(6,6 \cdot \left(\sqrt{8,4 \cdot \mu^4 + 3,28 \cdot \mu \cdot d_t} \right) - (20 \cdot \mu^2) \right) \pm 4 [km/h]$$

k_1 - koeficijent za pretvaranje (mph) u (km/h)

k_2 - koeficijent koji služi za pretvaranje feet-a u metre

Sličan postupak je primenjen i na ostalim jednačinama datim u imperijalnom sistemu.

5. UOBIČAJENE METODE ZA ODREĐIVANJE SUDARNE BRZINE PRI NALETU TERETNOG VOZILA NA PEŠAKA

Metode koje se primenjuju za ovu svrhu kod naleta teretnog vozila na pešaka su metode na osnovu: daljine odbačaja pešaka, na osnovu povreda pešaka, na osnovu očitavanja sa tahografa.

5.1. Određivanje sudarne brzine sandučastog vozila na osnovu daljine odbačaja pešaka

Daljina odbačaja pešaka deli na dve komponente i to daljinu leta pešaka (S_{odb1}) i daljinu klizanja i kotrljanja pešaka po podlozi (S_{odb2}). Svaka komponenta se računa na poseban način i na osnovu tako dobijenih vrednosti računa se sudarna brzina na osnovu sledećih izraza:

$$V_s = \frac{S_{odb1}}{\sqrt{0,2h_c}} \quad V_s = \sqrt{2S_{odb2}b_p}$$

h_c - visina težišta pešaka

b_p - usporenje tela pešaka 6-12 [m/s^2]

V_s - sudarna brzina vozila [m/s]

Za teretna vozila, kočeni, potpuni čeon nalet, pešak je odrasla osoba.

6. SPECIFIČNE METODE ZA ODREĐIVANJE SUDARNE BRZINE PRI NALETU TERETNOG VOZILA NA PEŠAKA

Jednačine koje se koriste za određivanje sudarne brzine teretnog vozila pri naletu na pešaka u samom radu su klasifikovane prema imenima autora.

6.1. Određivanje sudarnih brzina pri naletu teretnog vozila na pešaka na osnovu jednačine Collins-a

Collins je 1979 godine izveo izraz za brzinu vozila pri sudaru sa pešakom i ta jednačina ima sledeći oblik:

$$V = \sqrt{\frac{g}{2 \cdot h}} \left(2 \cdot h \sqrt{\mu^2 + \frac{\mu \cdot d}{h}} - 2 \cdot h \right)$$

Kako se u literaturi navodi, za sve slučajeve kada je u upotrebi **Collinsova** formula, koeficijent prljanja (μ) ima vrednost 0,8

Za teretna vozila, kočeni čeon nalet $\theta=0$, kod nesigurnosti oko određivanja koeficijenta prljanja (uvek 0.8)

6.2. Određivanje sudarnih brzina pri naletu teretnog vozila na pešaka na osnovu Northwestern-a

$$V_f = d_f \sqrt{\frac{g}{2 \cdot h}} \quad V_s = \sqrt{2 \cdot a \cdot d_s}$$

V_f – brzina na početku leta pešaka [m/s]

V_s – brzina na početku klizanja i kotrljanja [m/s]

d_f – dužina leta pešaka [m]

d_s – dužina puta klizanja i kotrljanja pešaka [m]

h – visina težišta pešaka

Za teretna, ili putnička vozila ako je prednji deo vozila viši od centra mase pešaka, kočeni naleti.

7. ZAKLJUČAK

U radu je prikazano i opisano oko trideset metoda (izraza) za identifikaciju sudarne brzine prilikom naleta putničkog, odnosno teretnog vozila na pešaka.

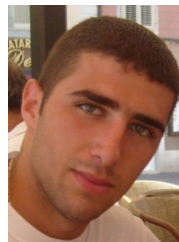
Prikazane metode se zasnivaju na velikom broju ulaznih parametara. Neke od njih se zasnivaju na dužini tragova kočenja, neke na daljini odbačaja pešaka, a postoje i alternativne metode zasnovane na daljini odbačaja predmeta koje je pešak nosio, ili povreda pešaka. Veliki broj ovih metoda veštaku omogućava da nakon dobijanja uviđajne dokumentacije uvek na osnovu raspoloživih podataka može primenom neke od metoda doći do vrednosti sudarne brzine vozila koje je učestvovalo u saobraćajnoj nezgodi. Da bi se izbegla, ili svela na minimum subjektivna procena veštaka u ovakvim situacijama, a pre svega olakšao njihov rad, i omogućilo dobijanje najpreciznijih rezultata razvojem tehnike razvijeni su i softveri koji se koriste u savremenoj praksi veštačenja saobraćajnih nezgoda.

Primenom prikazanih metoda u praksi, i na većem broju različitih tipova ove vrste saobraćajne nezgode, klasifikacija metoda za određivanje sudarnih mogla bi biti još preciznija i detaljnija, i to će sigurno biti predmet nekih daljih istraživanja na ovu temu.

8. LITERATURA

- [1] Kostić, S.: Tehnike bezbednosti i kontrole saobraćaja, FTN Novi Sad
- [2] Rotim, F.: Elementi sigurnosti cestovnog prometa, FPZ Zagreb
- [3] Mitchel, J.: International Guide Book for Traffic Accident Reconstruction, Third Edition, Halifax, N.S., Canada, 2002.
- [4] Parkka, D., Equation Directory for the Reconstructionist, 1996.
- [5] Aksentijević, S.: Ekspertiza saobraćajnih nezgoda u kojima su učestvovala motorna vozila i pešaci, FTN Novi sad, Diplomski-MASTER rad
- [6] Inić, M.: Bezbednost drumskog saobraćaja, FTN Novi Sad
- [7] Nadhemedi, A.: Primena računara u saobraćajnoj tehnici, FTN Novi Sad, Diplomski-MASTER rad
- [8] Traets, J.: PC CRASH 6.2 - ANALYSIS & BRIEF MANUAL
- [9] Bodolo, I.: Simulacije saobraćajnih nezgoda pomoću softvera Virtual Crash – Poređenje se softverima Carat i PC Crash
- [10] Papić, Z.: Analiza saobraćajnih nezgoda tipa gaženje pešaka, Vrnjačka Banja 2009

Kratka biografija:



Igor Stojiljković rođen je u Zemunu 1985. godine. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka odbranio je 2010. godine na temu Primena metoda za određivanje sudarnih brzina pri naletu vozila na pešaka.



Svetozar Kostić rođen je u Pljevljima 1949. godine. Doktorirao je na Saobraćajnom fakultetu u Beogradu 1989. godine, a od 1992. godine radi na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu kao redovni profesor

MOBILNE KOMUNIKACIJE PREKO INTERNET PROTOKOLA

MOBILE VOICE OVER INTERNET PROTOCOL

Goran Ćelić, Željens Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – MoIP je prenos glasa preko Internet protokola i ukazuje na sasvim novi i drugačiji prenos glasa. Pojavom novih „pametnih“ telefona, kao i razvojem Interneta moguće je komunicirati mobilnim telefonom bez korišćenja tradicionalnih mobilnih mreža. Umesto mobilnih mreža telefoni tragaju za bežičnim mrežama na koje se mogu veoma lako, a često i besplatno povezati. Ukoliko je bežična mreža dovoljno dobra, neće doći do gubitka paketa i glas će biti prenešen bez gubitka paketa koje će ljudsko uho moći registrovati.

Abstract – MoIP is a method of delivering voice over Internet protocol and points to a completely new and different voice delivering. With advent of a new "smart" phones, and development of the Internet it is possible to communicate without using the traditional mobile networks. Instead of mobile phone networks, phones are looking for wireless networks that are very easy and often free to link to. If the wireless network is good enough, there will be no packet loss and voice will be transmitted without loss packets that human ear can register.

Ključne reči: Mobilne telekomunikacije, MoIP, mobile VoIP, glas preko internet protokola

1. UVOD

Telekomunikacije su način obavljanja komunikacija na daljinu pomoću elektro-mehaničkih metoda. Te metode mogu biti telegraf, telefaks, telefon, internet. Prvi praktičan, opšte primenjiv metod za obavljanje komunikacija na daljinu dao je Samuel Morse izumom električnog telegrafa. Godine 1866. položen je prvi transatlantski kabel koji je omogućio komunikaciju između starog i novog sveta. Od tada pa do danas tehnologija je velikom brzinom menjala način komuniciranja među ljudima. Od pojave prvih telefona, telefonskih centrala, mobilnih telefona do današnje upotrebe interneta u komunikaciji, teško je tačno predvideti na koji način ćemo komunicirati za 50 godina.

Razvoj računarske tehnologije i njihovo spajanje na mreže je pokrenulo novu potrebu ljudi za komuniciranjem. Kako je uvek prisutna potreba da se za određene proizvode i usluge plati što manje, komuniciranje preko Interneta je iskočilo u prvi plan pošto je moguće besplatno komuniciranje između korisnika (VoIP). Kako je ovaj vid komuniciranja u početku zahtevao računar spojen na mrežu, nije bilo toliko lako koristiti ove usluge kao pri upotrebi mobilnih telefona.

NAPOMENA:

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

Kako je tehnologija napredovala, sve ove usluge je moguće koristiti na mobilnom telefonu, isto kao ranije na računaru.

2. VoIP (Voice over Internet Protocol)

VoIP (glas preko internet protokola) je generalni naziv za familiju tehnologija za prenos govornog signala preko IP meža, kao što su Internet ili drugi paketski orijentisane mreže. Drugi termini koji se koriste su IP telefonija, internet telefonija kao i neki drugi. Internet telefonija se oslanja na komunikacijske servise - glas, faksimil i/ili glasovno tekstualne aplikacije, koje su transportovane preko interneta.

Osnovni korak u uspostavljanju internet telefonskog poziva jeste komprimovanje glasa i konverzija analognog signala u digitalni format i kompresija ovog signala u (IP) pakete za prenos preko interneta; proces je obrnut pri prijemu poziva [1,2].

VoIP sistemi koriste protokole za kontrolu sesije kako bi kontrolisali uspostavljanje i raskidanje poziva.

2.1. VoIP tehnologije i implementacije

Glas preko IP-a bio je implementiran na različite načine koristeći odgovarajuće otvorene protokole i standarde. Primeri tehnologija korišćenih za implementaciju glasa preko Internet Protokola (IP) uključuju:

1. H.323
2. IMS
3. SIP
4. RTP.

Skype mreža je pravi primer slanja glasa preko IP-a. Ostali primeri specifičnih implementacija VoIP-a i komparacije između njih su dostupni u standardima koji se tiču VoIP softvera

3. TCP/IP

TCP/IP je uobičajena oznaka grupe protokola koju još nazivamo IP grupa protokola (ili engl. IP protocol suite). Naziv je ova grupa protokola dobila prema dva najvažnija protokola iz te grupe: TCP (od engleskog Transmission Control Protocol), te prema samom IP protokolu. TCP/IP omogućuje komunikaciju preko raznih međusobno povezanih mreža. Danas je najrasprostranjeniji protokol na lokalnim mrežama, a takođe se na njemu zasniva i globalna mreža Internet.

3.1 Slojeviti model TCP/IP grupe protokola

Mrežni model korišten u TCP/IP grupi protokola je 4-slojni model (tabela 1) koji se sastoji od sledećih slojeva:

1. Sloj pristupa mreži
2. Mrežni sloj
3. Transportni sloj
4. Aplikacioni sloj

U poređenju sa drugim često upotrebljivanim modelom računarskih mreža (OSI), koji za razliku od ovog modela sadrži 7 slojeva (tabela 1.), moguće je napraviti sledeće poređenje slojeva (ne potpuno precizno, ali za potrebe razumevanja dovoljno dobro):

Tabela 1: Poređenje OSI i TCP/IP modela.

OSI model	TCP/IP model
7. Aplikacioni sloj	4. Aplikacioni sloj
6. Prezentacijski sloj	
5. Sloj sesije	
4. Transportni sloj	3. Transportni sloj
3. Mrežni sloj	2. Mrežni sloj
2. Sloj veze	1. Sloj pristupa mreži
1. Fizički sloj	

3.2 Transportni sloj - UDP

UDP protokol je jedan od najznačajnijih protokola internet protokola. Sa UDP-om aplikacije mogu slati poruke kao male pakete ka drugim protokolima, bez zahteva za uspostavljanje konekcije, zahteva za specijalnim prenosnim kanalima ili putanjama za pakete. UDP se ponekad naziva i univerzalni protokol. Protokol je dizajniran od strane Davida P. Reeda 1980. godine i formalno definisan u standardu RFC768 [4].

UDP koristi jednostavan prenosni model bez garancija o pouzdanosti dostave. UDP obezbeđuje servis u kome paketi mogu stizati bez formalnog redosleda. Moguće je pojavljivanje duplikata ili njihovo izostajanje bez upozorenja. UDP pretpostavlja da promena greške i njeno ispravljanje nije potrebna. Vremenski osetljive aplikacije često koriste UDP zato što je gubljenje paketa bolje od paketa koji kasne. Ukoliko su potrebni uređaji za ispravljanje greške na mrežnom nivou, aplikacije mogu koristiti TCP ili SCTP koji su dizajnirani za ovu svrhu. Priroda UDP protokola je takođe korisna za servere koji odgovaraju malim odgovorima ka velikom broju klijenata.

Za razliku od TCP, UDP je kompatibilan sa paketskim brodkastingom (slanje svima na lokalnoj mreži) i paketskim multikasingom (slanje pojedinim pretplatnicima). Učestale mrežne aplikacije koje koriste UDP su: DNS (Domain Name System), aplikacije za strimovanje medija kao što je IPTV, VoIP, TFTP i mnoge online igrice.

3.3. Aplikacioni sloj - SIP (Session Initiation Protocol)

SIP (Session Initiation Protocol) je signalni protokol, široko korišćen za kontrolisanje multimedijalnih komunikacijskih sesija, kao što je glasovni i video poziv preko Internet Protokola (IP). Drugi aplikacijski primeri uključuju: video konferencije, distribuciju strimovanih multimedijalnih sadržaja, direktnih poruka, trenutnih informacija i online igrice.

Ovaj protokol se koristi za kreiranje, modifikovanje i prekidanje sesija u kojima učestvuju dva ili više učesnika zasnovanih na jednom ili nekoliko medijskih striminga. Može se uticati na izmenu adresa ili portova, pozivanje više učesnika, dodavanje ili brisanje medijskih strimova, itd. [1,12].

SIP su originalno dizajnirali Henning Schulzrinne i Mark Handley i on je počeo sa radom 1996. godine. Poslednja verzija specifikacije je RFC 361 izdata od IETF mrežne radne grupe. U novembru 2000. godine, SIP je prihvaćen kao 3GPP signalni protokol i permanentni element IP multimedijalnog podsistema. Ovo je arhitektura za IP zasnovane servise koji strimuju multimediju u mobilnim sistemima.

SIP protokol radi na TCP/IP protokolu. SIP je dizajniran da bude nezavisan od transportnog sloja. On može raditi na TCP, UDP, ili SCTP protokolu. On je tekstualno zasnovan protokol, i uključuje mnogo elemenata od HTTP, i od SMTP, dozvoljavajući direktnu inspekciju od strane administratora.

SIP zapošljava elemente slične onima na HTTP, kao što je zahtev/odgovor transakcioni model. Svaka transakcija se zasniva na zahtevu klijenta i najmanje jedan odgovor. SIP više puta koristi većinu polja u zaglavlju, dekodirajući pravila i statusne kodeke od HTTP, obezbeđujući čitljiv tekstualno zasnovan format.

SIP radi u skladu sa nekoliko drugih protokola i jedino je on uključen u signalizaciju u komunikacionoj sesiji. SIP klijenti tipično koriste TCP ili UDP sa brojevima portala 5060 i/ili 5061 kako bi se konektovali na SIP servere i ostale SIP krajnje tačke. Port 5060 je obično korišćen za nekriptovani signalni saobraćaj, dok je port 5061 tipično korišćen za saobraćaj kriptovan sa TLS (Transport Layer Secyurity). SIP je primarno korišćen u uspostavljanju i raskidanju glasovnih ili video poziva. On se takođe koristi u aplikacijama koje sadrže poruku, kao što su direktne poruke i kao što su notifikacije. Postoji veliki broj SIP zasnovanih IETF dokumenata koji definišu ponašanje aplikacija. Glasovne i video strimovane komunikacije u SIP aplikacijama su prenošene preko drugih aplikacionih protokola, kao što je RTP (Real Time Protocol) protokol. Parametri (brojevi portova, protokoli, kodeci) za ove medijske striminge opisani su u SDP (Session Description Protocol) protokolu koji je transportovan u zaglavlju SIP paketa.

Cilj SIP protokola jeste obezbeđenje protokola za signaliziranje i podešavanje poziva za IP-zasnovane komunikacije koje mogu podržati već postojeće pozivno procesirajuće funkcije i osobine prezentovane u PSTN. SIP sam od sebe ne definiše ove osobine, njegov fokus je na podešavanju poziva i signaliziranju. Međutim, on je dizajniran kako bi obezbedio konstrukciju za funkcionalne mrežne elemente koje koriste proksi-server i korisničke agente. Tu se pojavljuju osobine koje dozvoljavaju operacije slične onima u klasičnoj telefoniji: pozivanje brojeva, dozvola telefonu da zvoni, osluškivanje signala ili signala zauzetog kanala. Implementacija i terminologija su različiti u SIP okruženju, ali za krajnje učesnike ponašanje je slično.

4. MoIP (mobile over IP)

MoIP ili mobilna komunikacija preko internet protokola jeste uključivanje peer-to-peer komunikacija u mobilne uređaje. Moguće je obezbediti servise četovanja i pričanja koristeći internet protokol preko standardnih mobilnih internet aplikacija. Ove aplikacije uključuju 3G, GPRS, WiFi. MoIP je mobilna aplikacija i korisnici ga koriste za priču i četovanje. Oni ove operacije ostvaruju preko

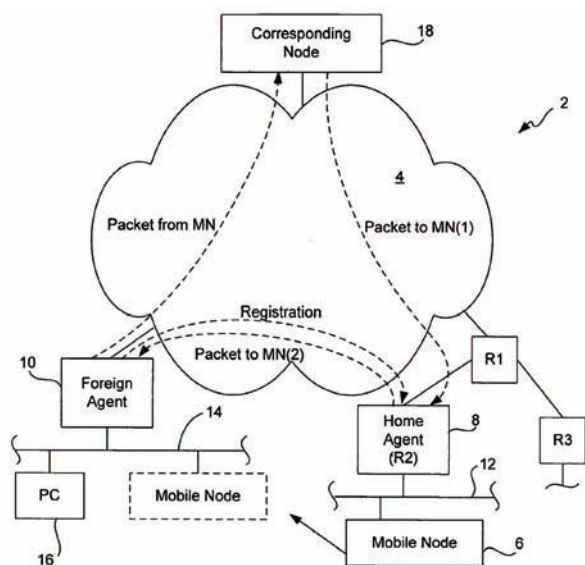
internet konekcije koja im služi kao primarni kanal (ne koriste GSM frekvencije prilikom ovih operacija) [13,16]. MoIP aplikacije rade bez nekog odgovarajućeg hardvera. Moguće je ostvariti vezu u realnom vremenu i tako sačuvati novac spajanjem na WiFi internet ili fiksnu internet mrežu umesto GSM-a. Na ovaj način se izbegava plaćanje minuta klasičnim operaterima. Ovaj protokol je u potpunosti dizajniran i optimizovan za mobilne uređaje.

4.1. SIP protokol u mobilnim platformama (fring)

Fring je aplikacija za mobilne telefone i podržava SIP dozvoljavajući lagano uspostavljanje jeftinih mobilnih poziva na mobilne telefone koristeći SIP provajdere po izboru. Ovo je moguće i u trenucima kada telefon ne podržava SIP. Možemo koristiti napravljen nalog u fring programu, ili nalog napravljan kod drugog SIP provajdera (kao što je Skype, MSN...) [9,10,11].

4.2 Proces optimizacije VoIP-a za MoIP

Ovaj izum uključuje stranog agenta koji podržava mobilni IP i on je konfigurisan tako da omogući stranom agentu pristup čvoru, kako bi mogao slati IP pakete uključujući i glasovne informacije preko IP adrese, koristeći H.323 prolaze. Ovo je, delom, ostvareno slanjem agentskih oglašivača na H.323 prolaze u stranoj mreži. Paket je primljen od čvora. Ovaj paket je adresovan na H.323 prolaz i zahteva IP adresu određišta. Paket sadrži zahtev koji određištu govori da se ovaj isti paket treba vratiti čvoru. Potom IP paket koji sadrži glasovne informacije može biti poslat na određište [17].



Slika 1. Dijagram ilustracije mobilne IP mreže i odgovarajućeg okruženja

Kao što je prikazano na slici 1, mobilni čvor 6 je obično povezan sa mrežnim segmentom 12 koji dozvoljava entitetima sopstvene mreže da komuniciraju preko interneta (4), posredstvom domaćeg agenta (8). Domaći agent je propisno konfigurisan ruter (R2). Na slici se takođe vidi da ruter R2 ne mora biti direktno konektovan na internet, nego to može biti učinjeno preko nekog drugog rutera R1. Ruter R1 može istovremeno spojiti na internet jedan ili više drugih rutera, npr. ruter R2 i R3.

Da bismo lakše razumeli mobilnost čvorova pretpostavimo da se mobilni čvor prekonektuje na mrežni segment 14. Mrežni segment 14 može da uključuje različite tipove čvorova. U našem slučaju to je PC (16). Čvorovi sa mrežnog segmenta 14 komuniciraju sa preko interneta posredstvom rutera koji je predstavljen kao strani agent (10). Mobilni čvor (6) može da identifikuje stranog agenta kroz razna oglašavanja i slanja zahteva na mreži. Ova pravila su deo mobilnog IP protokola. Kada se mobilni čvor 6 veže za mrežni segment 14, strani agent (10) šalje zahtev za registraciju ka domaćem agentu (8). Potom, domaći i strani agenti mogu da pregovaraju oko uslova i načina spajanja mobilnog čvora na stranog agenta (10). Na primer, spajanje može biti limitirano na vremenski period od 2 sata. Kada je pregovaranje uspešno završeno, domaći agent (8) tada sačinjava unutrašnju "Tabelu mobilnih vezivanja", koja vodi računa o adresama na koje se mobilni čvor (6) vezao. Takođe, strani agent (10) sačinjava svoju "Tabelu posetioca" i u nju upisuje adrese mobilnih čvorova, adrese domaćih agenata i drugo. Nakon ovih zapisa adresa domaćeg agenta mobilnog čvora konvertuje se u adresu stranog agenta koji je povezan na mrežni segment (14).

Sada opet pretpostavimo da mobilni čvor (6) želi da šalje poruku sa nove lokacije ka odgovarajućem čvoru (18). Odlazna poruka će biti paketizovana i prosleđena preko stranog agenta (10), dalje preko interneta (4), do konačnog čvora (18). Ukoliko određišni čvor želi da pošalje poruku mobilnom čvoru u sklopu odgovora mobilnom čvoru, ili bilo kog drugog razloga, on je šalje adresovanu na pod-mrežu, gde je pristupni element na mrežu mrežni segment (12). Paketi te poruke su potom preusmereni preko interneta (4) na domaćeg agenta (8). Domaći agent potom sa svoje „Tabele mobilnih vezivanja“ prepoznaje da mobilni čvor više nije konektovan na mrežni segment (12). On tada ove pakete koji su poslani sa čvora (18) šalje, u skladu sa Mobilnim IP protokolom, na stranog agenta (10). Na slici je ovo preusmeravanje predstavljeno sa MN (2). Strani agent prima ove pakete i prosleđuje ih mobilnom čvoru na pod-mreži gde figuriše mobilni segment (14). Mehanizam koji omogućuje slanje paketa na ovaj način između stranih i domaćih agenata se naziva „tunelovanje“.

ITU-T H.323 je trenutni standard za slanje komprimovanog glasa i videa korišćenjem IP u javnom Internetu i kroz intranet. Koristeći VoIP, tipično se saobraćaj odvija preko H.323 prolaza. H.323 prolaz prima paketizovan glas i prenosi se između korisnika u kompaniji u sklopu intraneta ili se šalje preko klasične javne mreže (PSTN). Bitna komponenta mreža koje su zasnovane na H.323 standardu jeste *gate keeper*. *Gate keeper* deluje kao centralna tačka za sve pozive u svojoj zoni i obezbeđuje servis kontrole poziva za registrovane krajeve mreže. *Gate keeper* sprovodi dve važne funkcije kontrole poziva. Prva je translacija adresa sa LAN-a na IP i IPX adrese. Druga funkcija je funkcija protoka. Čuvar protoka nije obavezan u H.323 sistemu. Međutim, ukoliko je *gate keeper* prisutan, terminali moraju koristiti servise koji su im ponuđeni od strane čuvara prolaza. Njihova funkcionalnost može biti ugrađena fizičkom implementacijom u prolaze. *Gate keeper* može da ima mogućnost rutiranja H.323 poziva.

Ukoliko čuvar ima mogućnost rutiranja poziva, on može da ima veću i efikasniju kontrolu nad pozivima. Servisni provajderi zahtevaju ovu sposobnost u cilju naplate poziva koji idu kroz njihovu mrežu. Ovaj servis sa čuvarima i rutiranjem može takođe biti korišten za ponovno rutiranje ukoliko je jedan kraj mreže zauzet. Dalje, *gate keeper* koji ima sposobnost rutiranja H.323 poziva može pomoći u pravljenju odluka u balansiranju između višestrukih prolaza.

U mobilnom IP okruženju, kada se čvor oslanja na strane agente u stranoj mreži, pozivi su često namešteni da idu preko čuvara prolaza. *Gate keeper* će selektovati H.323 prolaz ka PSTN koji je lociran na domaćoj mreži.

5. ZAKLJUČAK

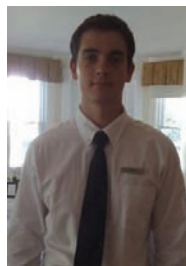
Mobilno tržište raste i iznosi 417 milijardi evra u 2010. godini. Najsnažniji projektovan rast su usluge prenosa podataka, kao što je mVoIP, kako na fiksnim, tako i na mobilnim mrežama. Kako VoIP tržište ide ka mVoIP-u, uočava se i posmatra uticaj VoIP mreža 3. generacije kao i uticaj Skype-a. Posebno je vidljiv rast na indijskom i kineskom tržištu. mVoIP tržište je trenutno veoma bitno.

VoIP industrija je evoluirala u uskoj korelaciji sa sveobuhvatnim uvođenjem fiksne širokopojasne usluge, pružajući skup komunikacijskih alata koji imaju veliki uticaj na način korišćenja od strane potrošača. Video pozivi, glasovni pozivi, prisutnost u pozivu za prenos datoteka, kalendarska konvergencija, instant poruke i dinamička govorna pošta su svim svojim aspektima doveli do povećanja očekivanja korisnika od telefonske platforme. To su ujedno i komponente sledećeg talasa u kome su mobilne komunikacijske mreže zasnovane samo na IP-u, koje se korisniku dostavljaju jednom brzom bežičnom širokopojasnom vezom.

6. LITERATURA

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Session_Initiation_Protocol (oktobar 2010)
- [2] http://www.cisco.com/en/US/docs/voice_ip_comm/cucm/admin/5_0_1/ccmsys/a08sip.html (oktobar 2009)
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/TCP_IP (oktobar 2010)
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/User_Datagram_Protocol (oktobar 2010)
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol (oktobar 2010)
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Stream_Control_Transmission_Protocol (oktobar 2010)
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/Session_Description_Protocol (oktobar 2010)
- [8] http://en.wikipedia.org/wiki/Real-time_Transport_Protocol (oktobar 2010)
- [9] <http://en.wikipedia.org/wiki/Skype> (oktobar 2010)
- [10] <http://www.skype.com/intl/cs/> (oktobar 2010)
- [11] http://en.wikipedia.org/wiki/Skype_protocol (oktobar 2010)
- [12] <http://ntrg.cs.tcd.ie/undergrad/4ba2/ipng/ian.sip.header.html>
- [13] <http://en.wikipedia.org/wiki/Moip> (oktobar 2010)
- [14] <http://en.wikipedia.org/wiki/Fring> (oktobar 2010)
- [15] http://www.fring.com/fring_is/what_is_fring/ (oktobar 2010)
- [16] <http://en.wikipedia.org/wiki/Gizmo5> (oktobar 2009)
- [17] United States Patent, „Voice over IP optimization for Mobile IP”, Patent No.: US 6,963,918 B1, Date of Patent. Nov. 8, 2005, Inventor: Kent K. Leung, Assignee: Cisco Technology, Inc., San Jose, CA (US) (oktobar 2010)
- [18] United States Patent, „Voice over IP mobile using SIP refer”, Patent No.: US 7,315,742 B2, Date of Patent. Jan. 1, 2008, Inventors: Thomas E. Creamer, Bill H. Hilf, Nell A. Katz, Victor S. Moore, Assignee: International Business Machines Corporation, Armonk NY (US) (oktobar 2010)
- [19] PR Newswire: Reportlinker Adds The Mobile VoIP Market Report 2010-2015 (oktobar 2010)

Kratka biografija:



Goran Ćelić rođen je u Osijeku (Hrvatska) 1986. god. Diplomski-bachelor rad na temu „VoIP preko SIP protokola“ odbranio je 2009. na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, a samim tim činom okončao je i osnovne studije sa prosečnom ocenom 8,89. Na istom fakultetu, 2010. godine odbranio je i diplomski master rad na temu „Mobilne komunikacije preko Internet protokola“ iz oblasti telekomunikacionih mreža sledeće generacije.



Željko Trpovski rođen je u Rijeci 1957 god. 1991. je magistrirao, 1998. doktorirao na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Od 2004. godine poseduje zvanje vanrednog profesora. Oblast interesovanja su mu osnovi telekomunikacija i digitalna obrada slike. Na Fakultetu tehničkih nauka drži nastavu iz predmeta Analiza telekomunikacionih sistema i signala, Optičke telekomunikacije i Digitalna obrada signala slike.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕШЕЊА РАСКРСНИЦЕ УЛИЦА Д. ДАВИДОВИЋА, В. СТЕПЕ, Ђ. ДАНИЧИЋА, Н. А. СПОМЕНИЦА У СМЕДЕРЕВУ**EVALUATION SOLUTIONS OF INTERSECTION D.DAVIDOVICA, V.STEPE, DJ.DANICICA, N.A.SPOMENICA IN SMEDEREVO**

Зорица Јаћовић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – САОБРАЋАЈ

Укупна површина града Смедерева износи 481,7 km².

Кратак садржај – У оквиру рада извршена је анализа услова одвијања саобраћаја на раскрсници улица Д.Давидовића, В.Степе, Н.А.Споменица и Ђ.Даничића у Смедереву. После извршене анализе дат је предлог мера којим се постојеће стање може унапредити и подићи на виши ниво.

Кључне речи: Саобраћајни ток, капацитет, ниво услуге, саобраћајно вредновање, саобраћајне прогнозе.

Abstract – The master thesis is the analysis of traffic conditions at the intersection of Dimitrije Davidovic, Djura Danicic, Vojvode Stepe, Nosilaca albanskih spomenica streets in Smederevo. After analyzing the problem, there is a set of solutions for improving and raising the level of traffic service.

Key words: Traffic direction, capacity, level of service, traffic evaluation, traffic forecasts.



Слика 1. Положај града Смедерева у односу на коридор 10

1. УВОД

Град Смедерево представља регионални и индустријски центар са значајном Индустријском и Слободном зоном. Предмет израде датог дипломског рада је семафорисана раскрсница у централној градској зони, која је специфична у погледу значајних путних праваца који кроз њу пролазе, као и нагиба на свим улицима који се разликују и неповољног рада сигнализационих група на њој. Циљ рада је сагледати све проблеме који се јављају на постојећој семафорисаној четворокракој раскрсници и одвијање саобраћаја у постојећем стању. Предложене су три варијанте решења оптимизације стања, које ће се детаљно анализирати и вредновати.

2. ГРАД СМЕДЕРЕВО – ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ И ОДНОС ПРЕМА ОКРУЖЕЊУ

Град Смедерево захвата благо заталасано низијско подручје јужног обода Панонског басена, у крајњем северо-источном делу Шумадије. Простире се непосредно испред ушћа Велике Мораве у Дунав, при чему (у хидрографском погледу) највећим делом припада сливу Велике Мораве.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из дипломског-мастер рада чији је ментор био др Вук Богдановић, доцент.

Градске магистрале започињу у центру града и воде ка транзитним правцима-коридоре X и VII и националне магистралне правце. На растојању од око 4 km у правцу север – југ пружа се магистрални пут М 24, а на десетак километара од центра подручјем општине Смедерево пружа се аутопут Е 75.

3. ПОЛОЖАЈ ПРЕДМЕТНЕ РАСКРСНИЦЕ И ЊЕНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

Предмет овог дипломског рада је раскрсница која се налази у централној зони града где се сучељавају улице Димитрија Давидовића, Ђуре Даничића, Носиоца албанских споменица и Војводе Степе. Представља једну од најоптерећенијих раскрсница у граду, мада се не може рећи ни да предњачи јер су углавном све раскрснице у централној зони града неправилне, некоординисане (иако су на блиским одстојањима) и не ретко се у вршним периодима јављају застоји, где се у тим ситуацијама регулисање на њима одвија уз помоћ „живе силе“ т.ј. саобраћајног полицајца. Пролаз кроз раскрсницу је регулисан светлосном сигнализацијом, чији је рад организован као трофазни.

Прегледност на раскрсници је отежана услед значајних нагиба који су измерени на њој, а крећу се од 0 % до 4,3 %. Један прилаз се налази на успону од 4,3 % а други се налази у паду од 3,7 %.



Слика 2. Положај раскрснице у односу на централно подручје града



Слика 3. Изглед постојеће раскрснице „код Гурмана“

4. ПРОРАЧУН КАПАЦИТЕТА И НИВОА УСЛУГЕ СЕМАФОРИСАНИХ РАСКРСНИЦА

Светлосни сигнали врше временску расподелу права коришћења површине раскрснице на конфликтне саобраћајне токове у складу са изабраним критеријумом управљања. Капацитет семафорисаних раскрсница је прва и основна ствар која се мора прорачунати како би смо на најадекватнији начин утврдили стање на мрежи и да ли су потребне одређене интервенције у смислу побољшања услова одвијања саобраћаја на њима.

Ниво услуге (**LOS**) семафорисане раскрснице је квалитативна мера услова одвијања саобраћаја на посматраној раскрсници.

5. АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА НА РАСКРСНИЦИ

Раскрсница која се анализира у раду има специфичну геометрију, у виду неправилног „Х“, и употпуњена је значајним и различитим нагибима на сваком појединачном прилазу што представља потешкоћу код могућих реконструкција на њој, отежава прегледност, успорава саобраћајни ток и повлачи за собом значајне инвестиције. Саобраћајем се на

посматраној раскрсници управља посредством сигналних група и стања. Добијени ниво услуге на раскрсници је Е, и на графику 1. дате су величине временских губитака на њој.

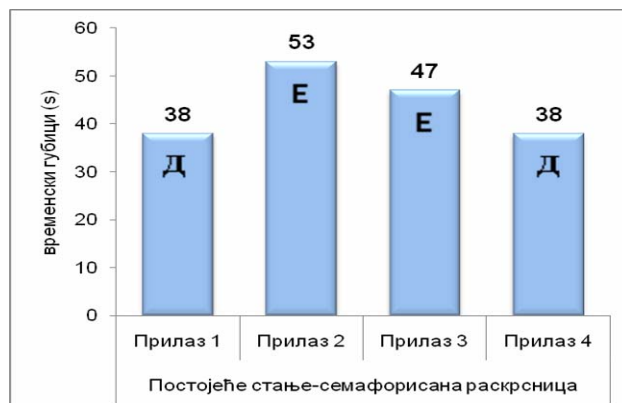


График 1. Графички приказ временских губитака и нивоа услуге, појединачно по прилазима на анализираној раскрсници

6. КРУЖНЕ РАСКРСНИЦЕ

Једно од могућих решења у дипломском раду јесте реконструкција постојеће семафорисане раскрснице у кружну, при чему је неопходно сагледати начине пројектовања кружних раскрсница и њихов значај. **Кружна раскрсница** је каналисана кружна раскрсница са затвореним, делимично пролазним или пролазним средишњим саобраћајним острвом, и кружним коловозом који веже три или више кракова преко којих саобраћај тече у смеру обрнутом од смера казаљке на сату.



Слика 4. Трг Шарла де Гола (Place de l'Etoile) у Паризу

Основне методологије које се користе у Србији за прорачун капацитета и нивоа услуге су прорачун капацитета који се користи у Франуској тзв. СЕТРА метод који има одређених ограничења и све више примењиви и свакако поуздан и који даје тачније вредности јесте прорачун по НСМ из 2000 године. У раду су примењене обе методе за утврђивање капацитета, како би се утврдили разлике између тих метода и свакако упоредио ниво услуге код постојеће раскрснице и једног могућег решења њене реконструкције у кружну раскрсницу.

7. ПРОГНОЗЕ БУДУЋЕГ САОБРАЋАЈНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА

Пре самог поступка вредновања пројекта, потребно је дефинисати будуће саобраћајне потребе на постојећој раскрсници, по петогодишњима за временски период од 10 година, чиме се могу добити оптерећења на раскрсници и квалитет услова одвијања саобраћаја на њој.

Управо овакве процене за будућом потражњом нам помажу у доношењу одлука о томе, да ли је потребно вршити реконструкције на њој, у погледу промене типа раскрсница, репрограмирања рада светлосних сигнала, потребе за различитим проширењима и слично.

У раду су понуђена три сценарија (варијанти) од којих се свака базира на различитим полазним претпоставкама развоја, чиме је омогућено да се са већим степеном поузданости процене будуће потребе за саобраћајем на предметној раскрсници.

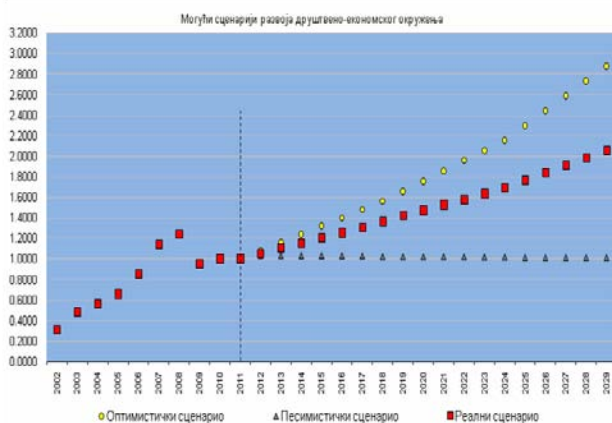


График 2. Могући сценарији развоја друштвено економског окружења на подручју града Смедерева

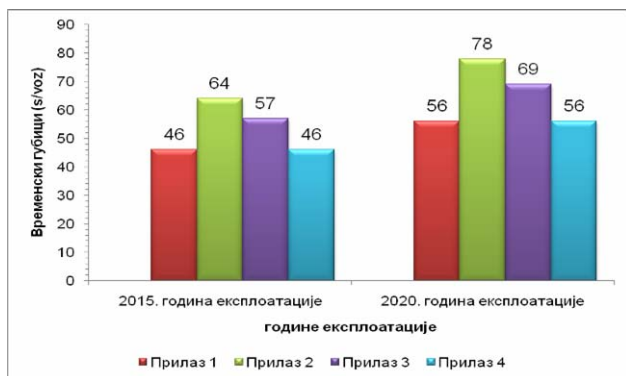


График 3. Компарација временских губитака за 2015. и 2020. годину експлоатације

На графику је дата упоредна анализа прогнозираних временских губитака у 2015. и 2020. години.

8. ИДЕЈНА РЕШЕЊА ПОБОЉШАЊА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА НА АНАЛИЗИРАНОЈ РАСКРСНИЦИ

Раскрсница која се посматра у раду, не може се похвалити постојећим стањем на њој у виду плана

темпирања светлосних сигнала и пројектним решењима расподеле саобраћајних трака и других елемената хоризонталне сигнализације. Варијанте које су разматране и које ће се детаљније анализирати и вредновати су следеће:

- ✓ Измена постојећег сигналног плана (плана темпирања), као и фазног плана применом различитих метода;
- ✓ Реконструкција постојеће хоризонталне сигнализације у циљу боље прерасподеле саобраћајних трака и осталих елемената;
- ✓ Реконструкција постојеће семафорисане раскрснице у кружну несемафорисану, водећи при томе рачуна о регулационим и грађевинским линијама.

Прва варијанта која се може вредновати као једно од решења побољшања постојећег стања на раскрсници, у смислу повећања капацитета и добијања прихватљивог нивоа услуге на њој, јесте измена сигналног и фазног плана на раскрсници увођењем допунских сигнала за десна скретања на свим прилазима (сигнали Е, Ф, Г и Х).

Табела 1. Временски губици и ниво услуге, појединачно по прилазима и за целу раскрсницу (ВАРИЈАНТА 1)

Друга варијанта представља реконструкцију постојеће хоризонталне, вертикалне и светлосне сигнализације, на бази уочених недостатака на постојећој раскрсници.

Табела 2. Временски губици и ниво услуге, појединачно по прилазима и за целу раскрсницу (ВАРИЈАНТА 2)

Прилази	Временски губици (s/ПАЈ)		Ниво услуге	
	прилаза	раскрснице	прилаза	раскрснице
Прилаз 1	27	231	Д	Д
Прилаз 2	22		Д	
Прилаз 3	33		Д	
Прилаз 4	20		Д	

То се пре свега односи на пројектовање пешачког прелаза на прилазу 4 где тренутно не постоји пројектом, потом пројектовањем комбиноване саобраћајне траке за право и лево на прилазу 4 где у постојећем пројекту не постоји могућност за лево скретање.

Трећа варијанта, која је уједно и најатрактивнија када су у питању решења могућег реконструисања постојеће семафорисане раскрснице, је варијанта која се односи на такво решење које би обезбедило знатно већи проток возила на раскрсници, односно најбоље искоришћење уливног грла, а то је реконструкција постојеће семафорисане раскрснице у кружну несемафорисану.

Табела 3. Резултати прорачуна капацитета и нивоа услуге на кружној раскрсници према НСМ 2000,

појединачно по прилазима и за целу раскрсницу (ВАРИЈАНТА 3)

	Конф.ток (voz/h)	Критични капацитет (voz/h)	Временски губици (s)	Ниво услуге	
				П	Р
Прилаз 1	498	1141	5,37	Б	Б
Прилаз 2	240	988	4,83	А	
Прилаз 3	421	1017	6,21	Б	
Прилаз 4	302	1118	4,32	А	

9. ВРЕДНОВАЊЕ ВАРИЈАНТИ РЕШЕЊА ПОБОЉШАЊА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА НА РАСКРСНИЦИ

Вредновање у управљању развојем и експлоатацијом путне мреже подразумева процедуру оцењивања и одлучивања у систему осмишљавања оптималног развоја и коришћења путне мреже. У датом поглављу су вредноване све варијанте решења и при том извршена упоредна анализа са постојећом раскрсницом.

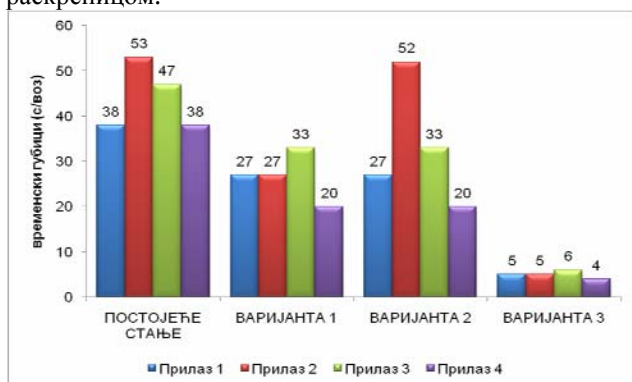


График 4. Упоредна анализа временских губитака на постојећој раскрсници и варијантама 1, 2 и 3

Дефинисани су трошкови неопходни за постављање сигнализације и грађевинских радова, и на основу инвестиционих трошкова и најбољих услова одвијања саобраћаја, изабрана најповољнија варијанта.

10. ЗАКЉУЧАК

Раскрсница која је анализирана, представља једну од значајнијих раскрсница у граду првенствено јер се налази у централном градском језгру, и чиме је веома оптерећена, а потом и тиме што повезује централно градско подручје са периферним насељима Царином и Папазовцем.

Анализом су дефинисани засићени токови, временски губици и нивои услуге појединачно за сваки прилаз на раскрсници, чиме је добијено да је ниво услуге посматрано за читаву раскрсницу „Е“ што се може окарактерисати као веома незадовољавајући. Након прогнозираног саобраћајног оптерећења, разматране су три варијанте побољшања постојећег стања. Детаљном анализом је утврђено да је трећа варијанта, која се односи на реконструкцију постојеће семафорисане раскрснице у кружну, најповољнија јер нуди најмање временске губитке, одличну пропусну моћ и најмање трошкове постављања сигнализације и грађевинских радова.

11. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Др Тихомир Ђорђевић: „Регулисање саобраћајних токова светлосном сигнализацијом“, Београд, 1997.
- [2] Проф. др Љубиша Кузовић: „Капацитет и ниво услуге друмских саобраћајница“, Београд, 2000.
- [3] Проф. др Љубиша Кузовић, дипл.инж.: „Вредновање у управљању развојем и експлоатацијом путне мреже“, Београд, 1994.

Кратка биографија:



Зорица Јањковић, рођена 1983. год. у Смедереву. Завршила је средњу Техничку школу у Смедереву. Након завршеног средњег образовања - саобраћајни техничар, уписала Вишу техничку школу у Крагујевцу, 2002. год. смер друмски и градски саобраћај и дипломирала 2005. године као студент генерације. ФТН уписала 2007. год. Одбранила bachelor рад 2010. год. из области Регулисање и управљање саобраћајем. Мастер студије уписала 2009. године на одсеку Пројектовање и организација. Дипломски-мастер рад одбранила 2010. год.