



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXIX

Број: 1/2014

Нови Сад

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

Пред вама је прва овогодишња свеска часописа „Зборник радова Факултета техничких наука“.

Часопис је покренут давне 1960. године, одмах по оснивању Машинског факултета у Новом Саду, као „Зборник радова Машинског факултета“, а први број је одштампан 1965. године. Након осам публикованих бројева у шест година, пратећи прерастање Машинског факултета у Факултет техничких наука, часопис мења назив у „Зборник радова Факултета техничких наука“ и 1974. године излази као број 9 (VII година). У том периоду у часопису се објављују научни и стручни радови, резултати истраживања професора, сарадника и студената ФТН-а, али и аутора ван ФТН-а, тако да часопис постаје значајно место презентације најновијих научних резултата и достигнућа. Од броја 17 (1986. год.), часопис почиње да излази искључиво на енглеском језику и добија поднаслов «Publications of the School of Engineering». Једна од последица нарастања материјалних проблема и несрећних догађаја на нашим просторима јесте и привремени прекид континуитета објављивања часописа двобројем/двогодишњаком 21/22, 1990/1991. год.

Друштво у коме живимо базирано је на знању. Оно претпоставља реорганизацију наставног процеса и увођење читавог низа нових струка, као и квалитетну организацију научног рада. Значајне промене у структури високог образовања, везане за имплементацију Болоњске декларације, усвајање нове и активне улоге студената у процесу образовања и њихово све шире укључивање у стручне и истраживачке пројекте, као и покретање нових дипломских-мастер докторских студија, доносе потребу да ови, веома значајни и вредни резултати, постану доступни академској и широј јавности. Оживљавање „Зборника радова Факултета техничких наука“, као јединственог форума за презентацију научних и стручних достигнућа, пре свега студената, обезбеђује услове за доступност ових резултата.

Због тога је Наставно-научно веће ФТН-а одлучило да, од новембра 2008. год. у облику пилот пројекта, а од фебруара 2009. год. као сталну активност, уведе презентацију најважнијих резултата свих дипломских-мастер радова студената ФТН-а у облику кратког рада у „Зборнику радова Факултета техничких наука“. Поред студената дипломских-мастер студија, часопис је отворен и за студенте докторских студија, као и за прилоге аутора са ФТН или ван ФТН-а.

Зборник излази у два облика – електронском на веб сајту ФТН-а (www.ftn.uns.ac.rs) и штампаном, који је пред вама. Обе верзије публикују се више пута годишње у оквиру промоције дипломираних инжењера-мастера.

У овом броју штампани су радови студената мастер студија, сада већ мастера, који су радове бранили у периоду од 01.01.2014. до 31.03.2014. год., а који се промовишу 18.05.2014. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова. Део радова већ раније је објављен на некој од домаћих научних конференција или у неком од часописа.

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 1, објављени су радови из области:

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

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

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

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

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

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

SADRŽAJ

	Strana
Radovi iz oblasti: Mašinstvo	
1. Dušan Milošević, Petar Malešev, HIDRAULIČNA PODIZNA PLATFORMA	1
2. Nikola Nović, Ninoslav Zuber, IDENTIFIKACIJA STANJA KOTRLJAJNIH LEŽAJEVA PRIMENOM VIBRODIJAGNOSTIČKIH METODA	5
3. Milan Adamović, PROJEKTOVANJE NOSAČA ALATA ZA MAŠINU ZA SEČENJE PLAZMOM SA 5 NU OSA	9
4. Немања Сомборац, САГОРЕВАЊЕ БИОМАСЕ	13
5. Vanja Dragosavljević, UTICAJ REŽIMA RADA NA HABANJE LETEĆIH RUKAVACA KOLENASTOG VRATILA MOTORA SUS	17
Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo	
1. Jovan Đukić, Stevan Bogić, Dušanka Dimovski, Miloš Pilipović, PRIKAZ HARDVERA E2LP, UNIVERZALNE PLATFORME ZA IZUČAVANJE UGRAĐENIH RAČUNARSKIH SISTEMA, konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2013	21
2. Nikola Đurković, PROTOKOLI I MREŽNE STRUKTURE – SIP I IMS	25
3. Tobolka Daniel, UPRAVLJAČKI UREĐAJ ZA SOLARNO GREJANJE SANITARNE VODE	29
4. Miloš Obradović, PROCENA MOGUĆNOSTI POGONA MREŽE 20 KV U TS "ŠABAC 5" SA IZOLOVANIM ZVEZDIŠTEM	33
5. Igor Trifunović, IMPLEMENTACIJA TRIGERA NA PRINCIPIMA DIZAJNIRANJA KVALITETNE SOFTVERSKE ARHITEKTURE s	36
6. Maja Miletić, Mirjana Damnjanović, PROJEKTOVANJE I ANALIZA EMI POTISKIVAČA STRUKTURE „MEANDAR“	40
7. Srđan Šobić, UPRAVLJANJE ALARMIMA U DMS SOFTVERU	44
8. Mirna Slijepčević, Milan Vidaković, RAZVOJ WEB APLIKACIJE BAZIRANE NA WELD OKRUŽENJU I JSF 2.0 STANDARDU	48
9. Ivan Arsenović, UPRAVLJANJE AEROFOTOGRAFIJSKIM PROJEKTOM ZASNOVANO NA BAZAMA PODATAKA	52

10.	Darko Ašanin, SISTEM MALIH HIDROELEKTRANA NA RECI IBAR	56
11.	Miloš Panasiuk, VEB BAZIRANI GRAFIČKI EDITOR ELEKTRIČNIH ŠEMA – SERVERSKA STRANA	60
12.	Стево Беловић, СОФТВЕРСКА АПЛИКАЦИЈА ЗА МОДЕЛ АНСАМБЛА ХИЈЕРАРХИЈСКЕ ГРУПЕ ЕКСПЕРАТА	64
13.	Dejan Stevanović, UPRAVLJANJE PROCESIMA POMOĆU REGULATORA BAZIRANIH NA RASPLINUTOJ LOGICI	68
14.	Branko Ostojić, OBNOVLJIVI IZVORI I SISTEMI SKLADIŠTENJA ENERGIJE U ZAPADNOJ SRBIJI	72
15.	Nikola Filipović, Josif Tomić, REALIZACIJA MODBUS PROTOKOLA U LABVIEW PROGRAMU	76
16.	Šarolta Pap, PROJEKTOVANJE I ANALIZA RADA CMOS SRAM ĆELIJE SA 6 TRANZISTORA I POJAČAVAČEM STANJA U STANDARDNOJ 0.35 μm CMOS TEHNOLOGIJI	80
17.	Juliana Katić, ANALIZA ISPLATIVOSTI AUTOMATIZACIJE ELEKTRODISTRIBUTIVNIH MREŽA U USLOVIMA VERTIKALNO-INTEGRISANE I DEREGULISANE ELEKTROPRIVREDE	84
18.	Radovan Prodanović, Goran Miljković, Gordana Cmiljanović, Sanja Zdravković Babić, JEDNO REŠENJE SKYPE APLIKACIJE KAO PROŠIRENJE OPERA INTERNET PRETRAŽIVAČA, konferencija TELFOR, Beograd, novembar 2013	88
19.	Goran Radovanović, EKONOMSKA OPRAVDANOST GRADNJE VETRO PARKA	92
20.	Nikola Mijatović, UTICAJ LOKACIJE IZVORA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA POKAZATELJE POUZDANOSTI ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA	96
21.	Dejan Grujić, ANALIZA NAPONSKE STABILNOSTI PRIMENOM METODA KONTINUALNIH TOKOVA SNAGA	100
22.	Bojan Pištinjat, Željko Trpovski, RAZVOJ I TESTIRANJE POSTUPAKA ZA POBOLJŠANJE KVALITETA RTG SNIMAKA	104
Radovi iz oblasti: Građevinarstvo		
1.	Nikola Ćalasan, PROCJENA STANJA I PREDLOG SANACIJE KOMPRESORSKE STANICE U FABRICI NOVKABEL U NOVOM SADU	108
2.	Dragutin Brkić, PROJEKAT ORGANIZACIJE I TEHNOLOGIJE GRAĐENJA BIOLOŠKOG BAZENA U SASTAVU CENTRALNOG POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA VRBASA I KULE	112
3.	Vladimir Popović, KOMPARATIVNA ANALIZA AB I ĆELIČNOG NOSAČA KRANSKE STAZE	116
4.	Marko Lukić, ZAŠTITA OD POŽARA STAMBENO-POSLOVNOG OBJEKTA U NOVOM SADU	120
5.	Darko Radovanović, PROCENA STANJA I SANACIJA VENTILACIONOG DIMNJAKA FABRIKE „LOZOFAN“ U INDUSTRIJSKOM KOMPLEKSU „VISKOZA“ LOZNICA	124
6.	Немања Милановић, Матија Стипић, ХИДРАУЛИЧКА АНАЛИЗА РАВАНСКОГ СТРУЈАЊА ВОДЕ КРОЗ ПОРОЗНУ СРЕДИНУ И ПРИМЕНА МОДЕЛА SEEP/W	128
7.	Slobodan Janjić, Jasmina Dražić, IZBOR OPTIMALNE TEHNOLOGIJE I PLANIRANJE IZGRADNJE DVA MAGACINA U NOVOM SADU	132

8.	Ivan Pavkov, PROJEKAT AB REZERVOARA ZA VODU SA UPOREDNOM ANALIZOM SEIZMIČKOG DEJSTVA PREMA EUROCODU, ACI I SRPSKIM PROPISIMA	136
9.	Срђан Кудра, КАТАЛОГ ОШТЕЋЕЊА ФЛЕКСИБИЛНИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА- ПРЕГЛЕД И РЕКОНСТРУКЦИЈА СЕНТАНДРЕЈСКОГ ПУТА У НОВОМ САДУ	140
10.	Miloš Krčmar, PROCENA STANJA I DOGRADNJA OSNOVNE ŠKOLE „SVETOZAR MILETIĆ“ U TITELU	144
11.	Aleksandar Knežević, PROCENA STANJA I SANACIJA VIŠESPRATNE ZIDANE ZGRADE NAKON DOGRADNJE	148
12.	Vuk Vukanić, MONTAŽA LUČNE KROVNE KONSTRUKCIJE OD LAMELIRANOG LEPLJENOG DRVETA	152
13.	Milan Uljarević, PROJEKAT KONSTRUKCIJE STAMBENO-POSLOVNE ZGRADE U NOVOM SADU I UPOREDNA ANALIZA DOMAĆIH I EVROPSKIH STANDARDA	156
14.	Branislav Stevanović, PROJEKAT SISTEMA ZA NAVODNJAVANJE NA PODRUČJU NOVOG SELA, OPŠTINA BIJELJINA	160
15.	Nemanja Đaković, Nebojša Radović, ANALIZA PRIMJENE DENIVELISANIH RASKRSNICA U PROCESU PLANIRANJA I PROJEKTOVANJA PUTEVA – PRIMJER PETLJE “MAHOVLJANI”	164
16.	Nikola Logarušić, Nebojša Radović, ANALIZA POSTUPAKA I OPREME ZA OCENU STANJA KOLOVOZA – PRIMER REHABILITACIJE REGIONALNOG PUTA R-101, DEONICA UB- SLOVAC	168
Radovi iz oblasti: Saobraćaj		
1.	Radovan Malinović, Dragana Šarac, DALJI PRAVCI OBEZBEĐIVANJA DOSTUPNOSTI U POŠTANSKOM SAOBRAĆAJU	172
2.	Јовица Милошевић, Милан Симеуновић, ОРГАНИЗАЦИЈА СИСТЕМА ЈАВНОГ ПРЕВОЗА НА ПОДРУЧИЈУ КРУШЕВЦА	176
3.	Марко Шаренац, УТИЦАЈ ЛОКАЛИЗОВАНИХ ИНФОРМАЦИЈА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА НА СВЕСТ О БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА	180
4.	Dragan Zvizdalo, ASPEKT ODGOVORNOSTI U KOMBINOVANOM TRANSPORTU	184
5.	Адријана Медић, УТИЦАЈ ПСИХОАКТИВНИХ СУПСТАНЦИ НА РИЗИК У САОБРАЋАЈУ	188
6.	Dušan Kulaš, ANALIZA BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA KORIŠĆENJEM DEMOGRAFSKIH PODATAKA	192
7.	Иван Аћимовић, ШПЕДИТЕРСКИ ПОСЛОВИ УВОЗА У ТРГОВИНСКО – ШПЕДИТЕРСКОМ ПРЕДУЗЕЋУ “ПРВА ПЕТОЛЕТКА - ПРОМЕТ” АД	196
8.	Srećko Klisara, STAVOVI VOZAČA POČETNIKA PREMA RIZICIMA U SAOBRAĆAJU	200
9.	Bojan Despotović, TRANSPORTNO-LOGISTIČKI KLASITERI	204
10.	Željko Mijić, Željko Trpovski, SIMULACIJA BER PERFORMANSI 802.11b SISTEMA	208

HIDRAULIČNA PODIZNA PLATFORMA HYDRAULICS TAIL LIFT

Dušan Milošević, Petar Malešev, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu analizirana su postojeća rešenja hidraulične podizne platforme, prikazan je postupak sinteze mehanizma platforme, projektovan je hidraulični sistem i izvršena provera čvrstoće elemenata platforme, koja je namenjena za ugradnju na kamion.

Abstract – This paper deals with the analysis of existing solutions of truck mounted tail lifts, with its mechanism synthesis, with hydraulic system development and with structural strength analysis.

Ključne reči: Hidraulična podizna platforma, hidraulični sistem, čvrstoća

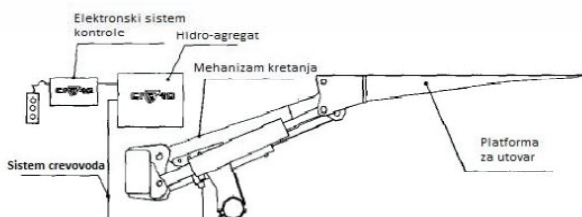
1. UVOD

Pod hidrauličnom platformom se podrazumeva pomagalo ili sredstvo koje služi za manipulisanje teretom, podizanje i spuštanje, radi povećanja efikasnosti utovara i istovara tereta i oslobađanja rukovaoca od teškog fizičkog rada.

2. HIDRAULIČNA PLATFORMA - OPIS

Hidraulična podizna platforma, sa glavnim elementima, prikazana je na slici 1. Uređaj obuhvata:

- platformu za utovar (podiznu ploču) koja služi za prihvatanje tereta,
- elektronski upravljački sistem, namenjen za upravljane uređajem,
- hidrosistem, koji ima sve komponente za realizaciju potrebnih kretanja: elektromotor, hidrauličnu pumpu, razvodne ventile, rezervoar za ulje i crevne vodove,
- mehanizam kretanja (zglobni četvorougao) koji sadrži hidrocilindre i poluge.



Slika 1. Elementi hidraulične podizne platforme

2.1. Kretanja hidraulične platforme

Zakretanje podizne ploče - zakretanje podizne ploče se ostvaruje izvlačenjem i uvlačenjem klipnjače hidrocilindara za zakretanje. Ploča se zakreće oko ose koja je na mestu zglobne veze glavnog rama i same ploče.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Petar Malešev, vanr. prof.

Podizanje i spuštanje platforme - ono se dešava pri zakretanju glavnog rama i podizne ploče, čija gornja površina zadržava približno horizontalan položaj. Kretanje glavnog rama se ostvaruje uvlačenjem ili izvlačenjem klipnjača hidrocilindara, koji su vezani za glavni ram.

2.2. Podela hidrauličnih platformi

Na tržištu postoji veliki broj varijanti ovog uređaja i tačna podela nije moguća. Grublja podela, koja se najčešće sreće, je na:

- hidraulične platforme za osobe sa invaliditetom,
- hidraulične platforme za kombi vozila,
- konvencionalne hidraulične platforme,
- skrivene hidraulične platforme,
- stubne hidraulične platforme,
- specijalne hidraulične platforme.

One koje se najčešće sreću na tržištu su konvencionalne hidraulične platforme. Upravo ovakva platforma je predstavljena u ovom radu.

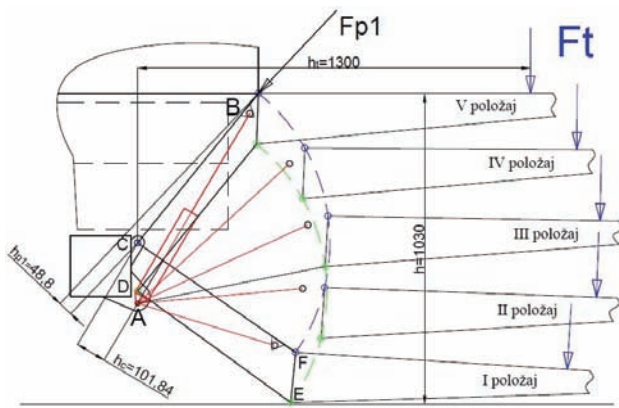
3. KINEMATSKA ANALIZA I SINTEZA

Zahtevi koje hidraulična platforma treba da ispuni pri kretanju su: da zaklapa što je moguće manji ugao sa podlogom (radi lakšeg utovara tereta), prelaz sa platforme na tovarni prostor kamiona je potrebno da bude što ravniji (bez velikog zazora između podizne ploče i tovarnog prostora) i kao poslednji bitniji zahtev se postavlja adekvatna sinteza zglobnog četvorougla (sile koje deluju, naginjanje pri spuštanju platforme, itd.). Pored ovih zahteva potrebno je da se podizna ploča dobro uklapa sa tovarnim sandukom pri transportnom položaju. Analiza i sinteza se obavljaju na osnovu poznatih dimenzija usvojenog vozila, za koje se platforma projektuje.

3.1. Analiza i sinteza mehanizma kretanja

Ono, čemu treba težiti prilikom projektovanja mehanizma kretanja, jeste da sila na hidrocilindru bude što je konstantnija. Ako se desi da u jednom trenutku zahtevana sila na hidrocilindru za podizanje i spuštanje dostigne maksimum, a zatim počne da opada do neke vrednosti koja je znatno manja, znači da se sve komponente sistema (pumpa, hidrocilindar, el.motor, poluge mehanizma, itd) moraju dimenzionisati na osnovu trenutne, maksimalne vrednosti te sile. Ovo bi nepovoljno uticalo i na cenu komponenti, jer se usvajaju veće i teže komponente. Zbog navedenih negativnih strana, koje su posledica nepovoljne promene sile u hidrocilindru, potrebno je težiti da sila bude što konstantnija (da nema velikih promena kod toka potrebne sile u hidrocilindrima).

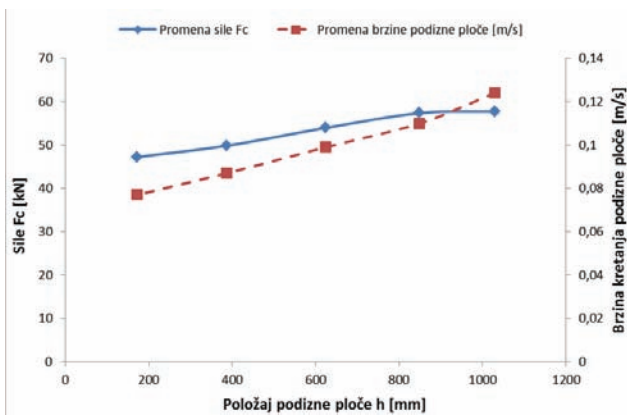
Prvi slučaj koji se analizira predstavlja rešenje koje se najčešće sreće na tržištu, sa prikazanim mestima priključenja (slika 2).



Slika 2. Prvi analizirani slučaj

Mesta veze zglobnog četvorougla predstavljaju tačke C, D, E i F, slika 2. Mesta vezivanja hidrocilindara koji služe za podizanje i spuštanje, obeležena su tačkama A i B.

Na osnovu analize dobija se sledeća promena sile i brzine u zavisnosti od položaja podizne ploče, slika 3.



Slika 3. Dijagram promene sile i brzine u zavisnosti od položaja podizne ploče

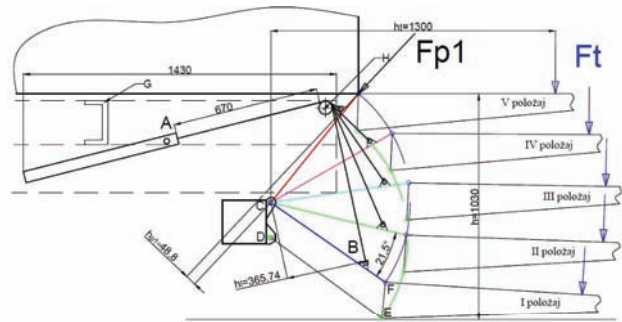
Vidi se da se dobija povoljna promena sile kroz različite položaje kretanja podine ploče i mehanizma. Nedostatak je to, što se hidrocilindar mora dimenzionisati na osnovu maksimalno izračunate sile (pri uslovima maksimalnog tereta i rastojanja na kojem se on može naći) iako ona nije uvek prisutna.

Razlika između maksimalne i minimalne sile iznosi ~18%, odnosno $F_{c_{min}}$ je za toliko manja od $F_{c_{max}}$. Maksimalna izračunata sila u hidrocilindru iznosi $F_c = 57793 \text{ N}$.

Ova sila se deli na dva dela zato što postoje dva hidrocilindra za podizanje i spuštanje, simetrično postavljena u odnosu na uzdužnu osu vozila. Tako da će stvarna vrednost sile u hidrocilindru biti $F_c = 28896,5 \text{ N}$.

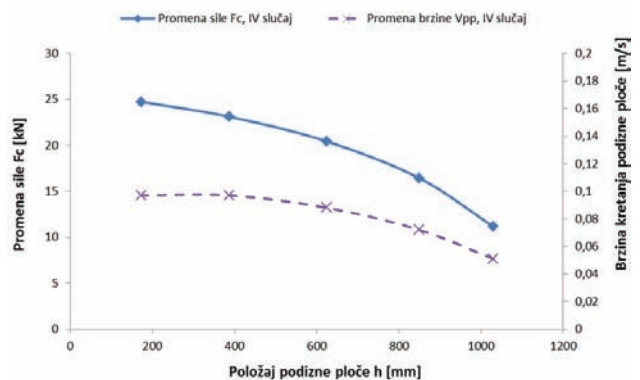
Sa slike 3, se takođe vidi da razlika u brzini kretanja podizne ploče iznosi ~38%, odnosno razlika između v_{max} i v_{min} brzine kretanja. Problematično mesto kada je u pitanju brzina kretanja je V položaj, kada se podizna ploča nalazi kod tovarnog prostora, jer tada podizna ploča ima nešto veću brzinu nego kada se nalazi u blizini podloge.

Mehanizam koji je analiziran i koji predstavlja pojednako dobro rešenje kao i prethodni mehanizam, prikazan je na slici 4.



Slika 4. Drugi analizirani mehanizam

Na klipnjaču hidrocilindra je priključen lanac koji je prebačen preko lančanika i vezan za poluge mehanizma kretanja. Sa ovakvim mehanizmom je dobijena sledeća promena potrebne sile u hidrocilindru i brzine kretanja:



Slika 5. Dijagram promene sile i brzine u zavisnosti od položaja podizne ploče

Poboljšanje koje je prisutno u odnosu na prethodno rešenje je da je potrebna sila na hidrocilindru oko 50% manja. Međutim, ovo rešenje ima složeniju konstrukciju, što predstavlja manu ove varijante.

Usvojena je prva analizirana varijanta i za nju je izvedena optimizacija mehanizma kretanja, gde je dobijeno da razlika između maksimalne i minimalne sile iznosi 8,7%. Maksimalna potrebna sila u jednom hidrocilindru iznosi ~25000 N.

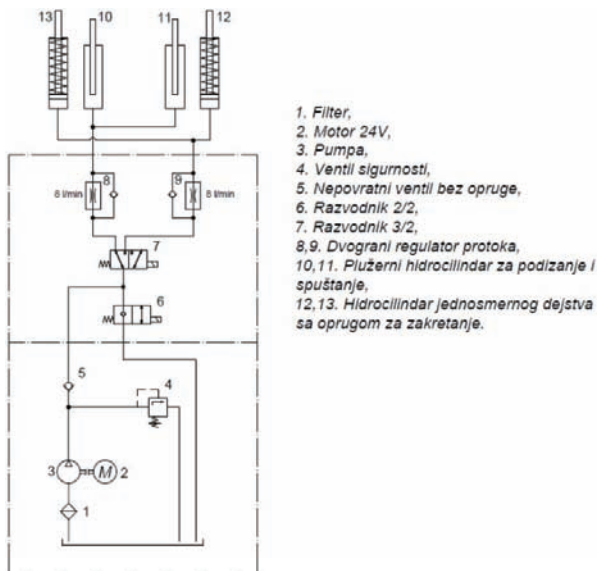
4. HIDROSISTEM

Prvi korak kod formiranja hidrosistema je izrada funkcionalne šeme. Kod hidrosistema je poželjno obezbediti jednostavnost, uz očuvanje funkcionalne sposobnosti sistema. Kod uređaja koji je projektovan, potrebna su dva hidrocilindra za zakretanja i dva za podizanje i spuštanje podizne ploče. Ovi hidrocilindri moraju da ispunjavaju sve zahteve stavljene pred uređaj (vreme podizanja, vreme zakretanja, brzina kretanja, itd.). Funkcionalna šema formiranog hidrosistema prikazana je na slici 6.

4.1. Hidroagregat

Pretragom tržišta može se zaključiti da postoje hidroagregati pogodni za upotrebu na vozilima, takozvani "DC Hydraulic Power Pack". Proizvod se koristi za širok spektar mobilnih i industrijskih mašina instalisane snage do 7kW. Kompaktne su i jednostavne konstrukcije, i sastoje se od elektromotora, pumpe, rezervoara i dodatnih modula.

Motor (2) napajan od strane akumulatora vozila pogoni pumpu (3) koja preko filtera (1) usisava ulje iz rezervoara.



1. Filter,
2. Motor 24V,
3. Pumpa,
4. Ventil sigurnosti,
5. Nepovratni ventil bez opruge,
6. Razvodnik 2/2,
7. Razvodnik 3/2,
- 8,9. Dvograni regulator protoka,
- 10,11. Plužerni hidrocilindar za podizanje i spuštanje,
- 12,13. Hidrocilindar jednosmernog dejstva sa oprugom za zakretanje.

Slika 7. Hidraulična šema

Potom se ulje potiskuje do razvodnika (6) preko nepovratnog ventila bez opruge (5). Takođe, ulje koje se potiskuje od strane pumpe vodom je dovedeno i do ventila sigurnosti (4) koji je podešen na odgovarajući pritisak (taj pritisak će biti određen kasnije). Razvodnik 2/2 (6) u normalnom položaju je zatvoren, dok kada je elektromagnet aktiviran aktivno je desno polje razvodnika i ulje slobodno može da teče ka rezervoaru. Ulje takođe biva potisnuto do razvodnika 3/2 (7) koji razvodi ulje u jedan ili drugi par hidrocilindara.

Podizanje - aktiviranjem motora ujedno i pumpe ulje se potiskuje prema razvodniku (6 i 7) koji stoje u normalnom stanju. Pritiskano ulje prolazi kroz razvodnik (7) ono dalje nastavlja da se kreće prema dvogranom regulatoru protoka (8). Kako je na dvogranom regulatoru prisutan opkoračni vod, sa nepovratnim ventilom i slobodnim smerom proticanja prema hidrocilindrima sa strane klipa, tako će preko ovog voda nastaviti prema hidrocilindrima. Nakon dvogranog regulatora protoka ulje nastavlja prema hidrocilindrima (10 i 11) sa strane klipa i počinje da dejstvuje na klip. Kada pritisak dostigne potrebnu vrednost počće izvlačenje klipnjače ujedno i podizanje podizne ploče. Da bi se ostvarilo ovakvo kretanje potrebno je da bude aktivan samo motor, bez aktiviranje elektromagneta.

Spuštanje - dejstvom sile opruge ili/i težine tereta stvara se pritisak sa strane klipa koji potiskuje ulje prema dvogranom regulatoru protoka. Kako ulje neće moci da teče opkoračnim tokom preko dvogranog regulatora protoka (8), prolaziće kroz prigušenje na istom. Uloga dvogranog regulatora protoka je da reguliše protok pri spuštanju podizne ploče, da ga ograniči na željenu vrednost, radi postizanja željene brzine spuštanje. Posle dogranog regulatora protoka, ulje nailazi na razvodnik (7) na kojem mora biti aktivno levo polje, odnosno nije aktiviran elektromagnet. Da bi se omogućio protok ulja ka rezervoaru potrebno je da bude aktivno desno polje na razvodniku (6), odnosno da bude aktivan elektromagnet. Na ovaj način ulje može da teče ka rezervoaru i da se obavi spuštanje podizne ploče. Potrebno je aktivirati samo elektromagnet na razvodniku (6).

Zakretanje podizne ploče u horizontalan položaj (kada je podizna ploča na podlozi) - se obavlja aktiviranjem

motora (2), pumpe (3) i elektromagneta na razvodniku (7). Potiskivano ulje neće moći da teče ka rezervoaru jer razvodnik (6) stoji u normalnom, zatvorenom, položaju. Kako je elektromagnet na razvodniku (7) aktivan, biće aktivno desno polje istog razvodnika i ulje će teći ka dvogranom regulatoru protoka (9). Pri prolasku kroz dvograni regulator teći će preko opkoračnog voda prema hidrocilindrima (12 i 13). Kako pritisak u hidrocilindrima raste opruge se sabijaju i savlađuje se reaktivna sila koja nastaje kao reakcija od težine podizne ploče i tereta. Kada se pritisak popne na određenu vrednost počinje zakretanje podizne ploče u horizontalan položaj. Ovo sve važi i ukoliko se želi da platforma bude zakrenuta u vertikalni položaj (transportni) iz horizontalnog.

Zakretanje podizne ploče u horizontalni položaj iz transportnog položaja (vertikalno postavljena podizna ploča) - potrebno je aktivirati elektromagnet na razvodniku (6) i na razvodniku (7). Pod dejstvom opruga u hidrocilindrima (12 i 13) i težine podizne ploče ulje u komori sa strane klipa će biti potiskivano prema dvogranom regulatoru protoka (9) na kojima se reguliše protok na željenu vrednost kako bi se platforma spuštala željenom brzinom. Nakon dvogranog regulatora potisnuto ulje dolazi do razvodnika (7) na kojem je aktiviran elektromagnet i aktivno je desno polje razvodnika. Kako ulje nastavlja dalje da teče dolazi do razvodnika (6) na kojem je takođe aktiviran elektromagnet, desno polje je aktivno, i nastavlja da teče ka rezervoaru.

Odabrani hidroagregat će, kada je najopterećeniji, raditi sa pritiskom od 185 bar (maksimalno dozvoljeni pritisak od strane proizvođača iznosi 230 bar). Maksimalni protok koji pumpa može da isporuči iznosi oko 6 l/min. Na hidroagregatu se nalazi dodatni modul, koji u sebi sadrži razvodnik 2/2, razvodnik 3/2 i dva dvograna regulatora protoka sa opkoračnim ventilima. Ova dva regulatora protoka služe za regulisanje brzine spuštanja podizne ploče, prilikom strujanja ulja ka rezervoaru.

4.2. Hidrocilindar za podizanje i spuštanje

U ovom slučaju problem predstavljaju ugradbena dužina i hod hidrocilindra, jer su prisutni mala ugradbena dužina i veliki hod hidrocilindra. Kako su plunžerni hidrocilindri povoljniji po pitanju hoda tj za istu ugradbe-nu dužinu imaju veći hod u odnosu na hidrocilindar sa dvosmernim ili jednosmerni dejstvom, uravo oni su odabrani kao rešenje. Na bazi prethodnog proračuna usvajan je hidrocilindar sa sledećim karakteristikama:

$$p_r = 200 \text{ bar}$$

$$F_{max} = 26 \text{ kN}$$

$$D = 45 \text{ mm}$$

$$\eta_c = 0,95 [1]$$

Od strane proizvođača potrebno je zahtevati izmene na hidrocilindru. Potrebna je samo jedna prepravka-pomeranje uskočnika za ograničenje hoda. Taj uskočnik treba pomeriti za 13 mm, za koliko je potrebno da se poveća hod hidrocilindra. Pogodnost je to što je odabran hidrocilindar standardnih dimenzija, uz manju izmenu. Uvedene promene nisu velike i ne bi opteretile proizvođača.

4.3. Hidrocilindar za zakretanje

Takođe, na osnovu prethodnog proračuna dobijene su potrebne karakteristike hidrocilindra za zakretanje

$$p_r = 200 \text{ bar}$$

$$F_{max} = 60 \text{ kN}$$

$$D = 63 \text{ mm}$$

$$\eta_c = 0,95 [1]$$

Ovaj hidrocilindar mora u svom telu posedovati oprugu, koja deluje na klip. Ona je potrebna radi obezbeđivanja sile u smeru uvlačenja klipnjače kada se podizna ploča nalazi u transportnom položaju, koja je potrebna da bi se savladali gubici pri strujanju ulja ka rezervoaru i ostvarilo spuštanje ploče u horizontalni položaj.

4.4. Završni proračun hidrosistema

- Ventil sigurnosti

Podešenost ventila sigurnosti mora biti takva da on ne reaguje na trenutne "špiceve" pritiska koji su prisutni u sistemu. Ako sistem pod punim opterećenjem radi na pritisku od 189 bar (izračunati pritisak), ventil sigurnosti treba biti podešen na pritisak od 200 bar. Sa ovom podešenošću ventila sigurnosti sve komponente sistema obezbeđene su od previsokog pritiska.

Najveći potrebni pritisak se javlja prilikom zakretanja podizne ploče u horizontalni položaj, iz položaja za navlačenje tereta (podizna ploča je pri podlozi). Ovo zakretanje neće biti moguće izvršiti ako se prekorači deklarirana nosivost uređaja.

- Vreme obavljanja dizanja tereta

Ukupno vreme trajanja jednog celog ciklusa, sa vraćanjem platforme u transportni položaj, da bi se podigao teret od 1500 kg iznosi:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 =$$

$$= 13 + 8 + 7,5 + 10 + 13,4 + 0,4 \approx 52 \text{ s}$$

Ovo je teorijsko vreme koje ne uključuje vreme utovara, istovara i gubitaka koji se obično javljaju. Vremena t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 i t_6 predstavljaju vremena trajanja pojedinačnih operacija (dizanje, zakretanje u transportni položaj, spuštanje, zakretanje u radni položaj)

- Stepen korisnosti sistema

Srednji stepen korisnosti je računat samo za režime kada je uključen hidroagregat. To su režimi podizanja, zakretanja u hor. položaj i zakretanja u transportni položaj. Ostali režimi rada, kod kojih se ne uključuje hidroagregat, ne ulaze u proračun jer se, da bi se kretanja ostvarila, ne koristi energija akumulatora.

$$\eta_{sr} = \frac{\eta_{s1} + \eta_{s2} + \eta_{s3}}{3} = \frac{65 + 75 + 12,5}{3}$$

$$\rightarrow \eta_{sr} = 51 \%$$

Mora se uzeti u obzir da je uračunato i zakretanje podizne ploče u vertikalni (transportni) položaj pri čemu stepen korisnosti iznosi 12,5 %. Ova operacija kviri prosek celokupnog stepena korisnosti.

Ako bi se operacija dizanja tereta ponovila više puta, to bi popravilo stepen korisnosti. Isto tako, ako je teret koji se podiže manje težine, celokupni stepen korisnosti će imati nižu vrednost.

5. KONSTRUKCIJA HIDRAULIČNE PLATFORME I PROVERA ČVRSTOĆE

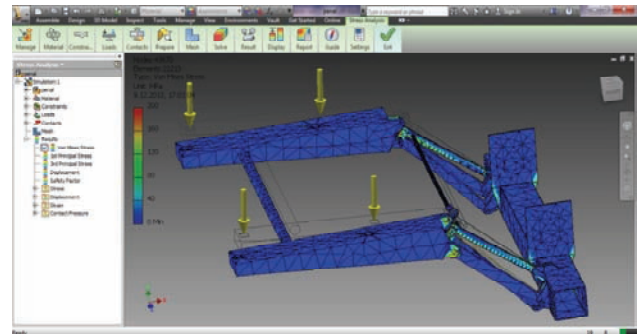
Prilikom projektovanja komponenti konstrukcije platforme potrebno je da se obezbedi jednostavnost uređaja.

Takođe, potrebno je voditi računa da komponente budu odgovarajuće dimenzionisane. Ovo se može ostvariti adekvatnom analizom. Analiza je izvršena u programskom paketu *Autodesk Inventor*. Izgled modela platforme prikazan je na slici 8.



Slika 8. Izgled konačnog modela platforme

Analizom po metodi konačnih elemenata, u programskom paketu *Autodesk Inventor*, ustanovljeno je da maksimalni napon u materijalu iznosi oko 200 N/mm^2 , slika 9, kada je uređaj maksimalno opterećen teretom od 1500 kg. Prilikom analize je korišćen uprošćen model.



Slika 9. Model platforme sa opterećenjima

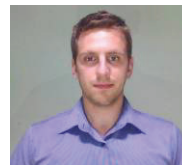
6. ZAKLJUČAK

Na osnovu zastupljenosti hidrauličnih platformi na tržištu, može se slobodno reći da je ovaj uređaj sve popularniji. Njegova široka upotreba proističe iz toga što su prisutni sve stroži zahtevi po pitanju bezbednosti, a ovaj uređaj svakako mnogo povećava bezbednost kada je u pitanju utovar i istovar tereta.

7. LITERATURA

[1] Petar Malešev, "Hidroprenosnici u mehanizaciji, Ideo", *Fakultet Tehničkih Nauka*, Novi Sad 2010.

Kratka biografija:



Dušan Milošević rođen je u Beogradu 1988. god. Srednju tehničku skolu "Mihajlo Pupin" iz Indije završio 2007. god. Osnovne akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti mašinstva završio je 2013. god.

Petar Malešev rođen je u Kaću. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1993. god. U zvanju vanrednog profesora drži predavanja na Fakultetu tehničkih nauka - oblast Hidroprenosnici u mehanizaciji i Građevinske i kom. mašine.

**IDENTIFIKACIJA STANJA KOTRLJAJNIH LEŽAJEVA PRIMENOM
VIBRODIJAGNOSTIČKIH METODA****IDENTIFICATION OF THE CONDITION OF ROLLING BEARINGS USING
VIBRODIAGNOSTIC METHODS**Nikola Nović, Ninoslav Zuber, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su obrađene teorijske i praktične postavke merenja i analiza vibracija sa stanovišta njihove primene u oceni stanja rotirajućih mašina. Takođe su obrađene i teorijske i praktične postavke mogućih oštećenja rotirajuće mašine sa posebnim osvrtom na oštećenje kotrljajnih ležajeva. Objašnjene su postojeće tehnike procesiranja signala mehaničkih vibracija u vremenskom, frekventnom i vremensko-frekventnom domenu primenljive na identifikaciju oštećenih kotrljajnih ležajeva. Detaljno je opisan probni sto za izvođenje eksperimentalnog dela rada. Izveden je eksperimentalni deo nad odabranim setom oštećenih ležajeva a zatim je izvršena obrada snimljenih signala i kritički analizirana njihova primenljivost za različite tipove oštećenja kotrljajnih ležajeva.

Gljučne reči: Oštećenje kotrljajnih ležajeva, dijagnostičke metode

Abstract – This paper deals with theoretical and practical settings of measurements and analysis of vibration from the perspective of their usage in the assessment of condition of rotating machines. It also covers both theoretical and practical settings of possible failures of rotating machines with special reference to the damage of rolling bearings. Several of the existing techniques of signal processing of mechanical vibrations are described such as time, frequency and time - frequency domain techniques which are applicable in identification of damaged roller bearings. Also, paper describes a test stand which was used during the experiments. After performed experiments with the selected set of damaged bearings, results were processed, and critically analyzed so they can be applicable during examination of different types of damage to rolling bearings.

Key words: Damage of rolling bearings, diagnostic methods

1. UVOD

Vibracije su mehanička pojava koja ima osobine ponovljivosti i periodičnosti, a u praksi predstavljaju oscilatorne odzive ili odgovore mehaničkih sistema na određenu pobudu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Ninoslav Zuber

Prilikom analiziranja i ispitivanja mašina važnu ulogu čine upravo merenje, procena i analiza mehaničkih vibracija. S obzirom da je najvažnija karakteristika mehaničkih vibracija u informaciji koju sadrže, one predstavljaju indikatore tehničkog stanja mašine, otkrivaju dinamičko delovanje same mašine, njenog oslonca i okoline.

**2. TIPOVI ODRŽAVANJA ROTIRAJUĆIH
MAŠINA**

Održavanje u tehnološkim procesima podrazumeva različite postupke pregleda, popravki kao i poboljšanja rada samih mašina. Teorija održavanja temelji se na dva, na prvi pogled, sukobljena zahteva pri kojima troškovi održavanja moraju biti što manji ali u isto vreme uređaj mora raditi što pouzdanije.

Kada bismo uradili istraživanje različitih tipova održavanja mašina vezanih za različite proizvodne procese, uočili bi veliku sličnost među njima iako se proizvodni procesi sami po sebi znatno razlikuju. Ranijih godina se održavanje smatralo krajnje nepotrebnom aktivnošću, međutim, danas se smatra stratejskim oružjem za ostvarenje misije preduzeća. Svi tipovi održavanja mogu se podeliti u četiri različite kategorije:

- Održavanje nakon pojave otkaza
- Preventivno održavanje
- Prediktivno održavanje (održavanje po stanju)
- Proaktivno održavanje.

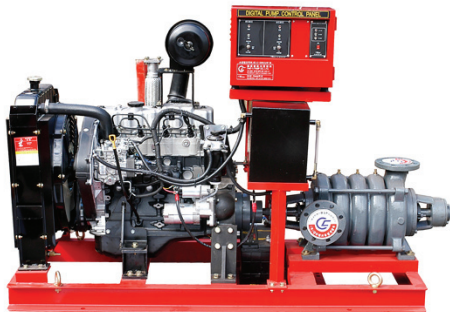
3. TEHNIKE ISPITIVANJA BEZ RAZARANJA

Tehnike ispitivanja bez razaranja predstavljaju skup metoda koje se temelje na principima fizike čija je svrha utvrđivanje svojstava materijala ili pojedinih segmenata ili sklopova unutar nekog sistema, kao i otkrivanje različitih grešaka (defekata) a da se pritom ne utiče na funkcionalnost materijala ili sklopa koji se ispituje.

Osnovna svrha ispitivanja bez razaranja je utvrđivanje kvaliteta i uskljđenosti ispitivanog materijala ili sklopa sa zahtevima tehničkih specifikacija i standarda.

Kod rotirajućih mašina, ispitivanja i merenja se u velikom broju izvode na terenu. Pored mnogobrojnih tehnika koje se danas u praksi koriste, u okviru master rada na osnovu kojeg je napisan ovaj rad, opisane su one tehnike koje se u najvećem broju slučajeva koriste za potrebe održavanja rotirajućih mašina:

- Snimanje vibracija
- Ultrazvučna metoda
- Termovizija
- Analiza ulja



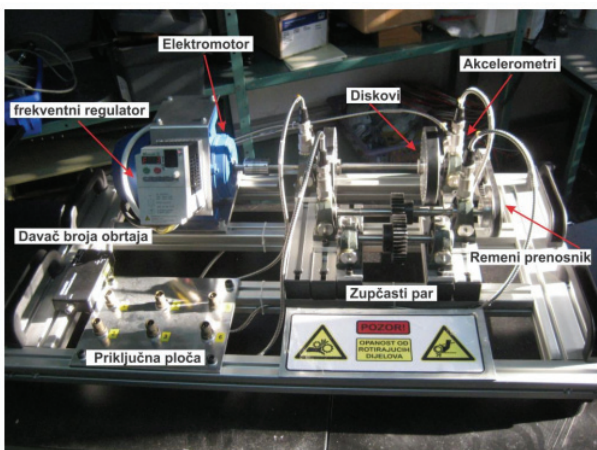
Slika 1: Prikaz rotirajuće mašine (motor sa pumpom)

4. EKSPERIMENTALNI DEO

U okviru ekperimentalnog dela izvršeno je ispitivanje nad odabranim setom kotrljajnih ležajeva kao i obrada snimljenih signala primenom osnovnih i naprednih vibrodiagnostičkih metoda a sve u cilju određivanja njihove primenljivosti u analizi najčešćih tipova oštećenja kotrljajnih ležajeva.

4.1 Opis probnog stola

Za pogon rotora korišćen je asinhroni elektromotor od 0.37 kW *ATB Sever Subotica* na koji je, u cilju kontrolisanja promene broja obrtaja, povezan frekventni regulator *EATON DF15*. Izlazni rukavac elektromotora je preko spojnice povezan sa gonjenim rotorom. Budući da ležajeve sa određenim oštećenjima karakteriše prisustvo visoko frekventnih komponenti, za snimanje vibracija na ležajevima korišćeni su akcelerometri *AS 102 (CTC, US)*, koji su montirani preko podloški sa usađenim navrtnjevima. Podloške su zalepljene za kućište ležajeva dvokomponentnim lepkom koji se koristi za potrebe permanentnog snimanja vibracija.



Slika 2: Izgled probnog stola

Za potrebe ovog eksperimenta korišćeni su samoudesivi ležajevi *JAP CX 019* sledećih dimenzija:

- prečnik kotrljajnog tela $d = 7,42\text{mm}$
- podeoni prečnik ležaja $D = 33\text{ mm}$
- broj kotrljajnih tela $N = 8$

Na osnovu toga se dobija da su karakteristične frekvencije oštećenja ležaja:

- oštećenje na unutrašnjoj stazi $\text{BPFI} = 4.9 \times$
- oštećenje na spoljašnjoj stazi $\text{BPFO} = 3.1 \times$
- oštećenje na kotrljajnom telu $\text{BS} = 2.1 \times$
- oštećenje kaveza $\text{FT} = 0.39 \times$

Karakteristične frekvencije su date kao harmonijski redovi dok h predstavlja prvi harmonik, odnosno osnovni broj obrtaja.

Izvršeno je šest različitih merenja vibracija i to:

- merenje vibracija na novom neoštećenom ležaju – **OK**
- merenje vibracija na ležaju sa malim zazorima – **ZI**
- merenje vibracija na ležaju sa velikim zazorima – **Z2**
- merenje vibracija na ležaju sa oštećenjem na unutrašnjoj stazi – **BPFI**
- merenje vibracija na ležaju sa oštećenjem na spoljašnjoj stazi koje se nalazi u opterećenoj zoni – **BPFO_L**
- merenje vibracija na ležaju sa oštećenjem na spoljašnjoj stazi koje se nalazi u neopterećenoj zoni – **BPFO_U**

4.2 Korišćena merna oprema

OneproD MVP-2C

OneproD MVP-2C je dvokanalni vibroanalizator, kolektor, balanser, rekorder i analizator harmonijskih redova, tj. modularni sistem "sve u jednom", projektovan da unapredi pouzdanost računara pri analizi vibracija.



Slika 3: Izgled OneProdD MVP-2C

OneProdD MVP-2C prihvata različite tipove senzora: akcelerometre, velocimetre, blizinske sonde (*proximity probe*), strujna klješta, udarne čekiće, kao i bilo koji drugi AC ili DC izvor. U dodatku, svaki model OneProdD MVP-2C, sadrži i dva beskontaktna laserska senzora koji, bez potrebe za bilo kakvim dodatnim priborom,

omogućuju merenje temperature ležajeva (pirometar), kao i broja obrtaja (tahometar).

OneproD XPR-300 – softver za prediktivno održavanje i analizu vibracija

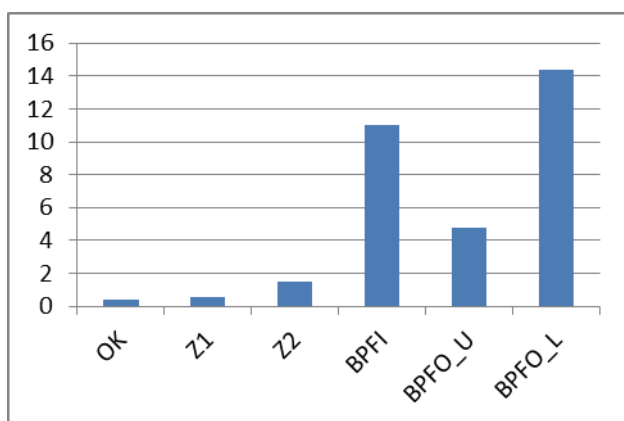
OneproD XPR-300 softver za procesiranje signala vibracija je rezultat dvadesetogodišnjeg iskustva 01dB Metravib-a u prediktivnom i proaktivnom održavanju mašina i opreme.

Projektovan je da zadovolji sve zahteve korisnika kombinovanjem *user friendly interface-a*, visokog stepena produktivnosti, visokih performansi i pouzdanosti.

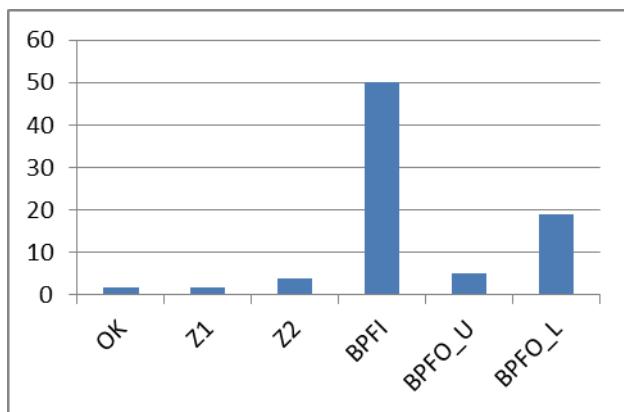
Baziran i na internet tehnologijama OneproD XPR-300 podržava i ostale tehnike prediktivnog održavanja kao što su termovizija, analiza stanja ulja, kao i analiza procesnih veličina. Identična baza uključuje merenja sa Offline (Movilog2, MVP-200, MVP-2EX i MVP-2C) i online sistemima (OneproD MVX sistema).

Softver je dostupan u tri moguće konfiguracije: desktop varijanta, Client/Server varijanta i Web aplikacija. Na taj način predstavlja izuzetnu platformu i za daljinsko praćenje mašina, kao i za analizu podataka u okviru daljinskih kontrolnih centara.

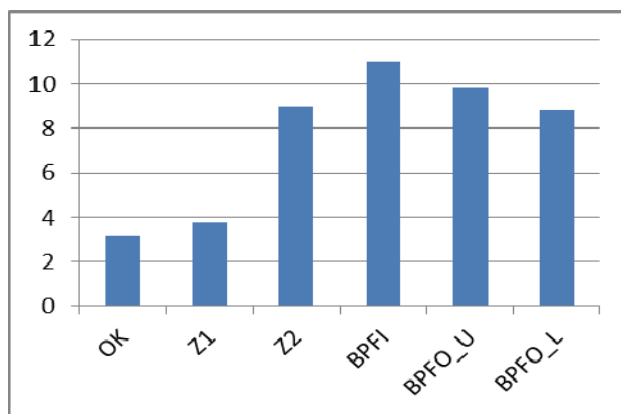
4.3 Rezultati



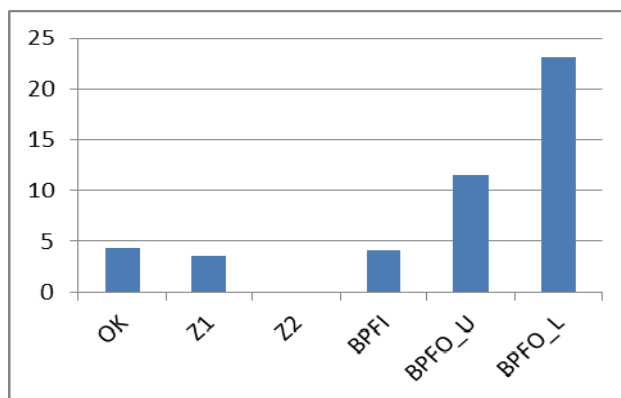
Slika 4: Prikaz sumarnog ubrzanja 2 Hz – 20000 Hz g za različite slučajeve oštećenja



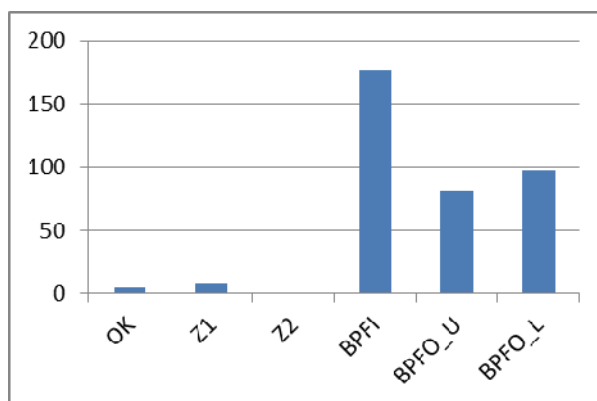
Slika 5: Prikaz sumarne brzine mm/s za različite slučajeve oštećenja



Slika 6: Prikaz faktora oštećenja ležaja DEF za različite slučajeve oštećenja



Slika 7: Prikaz kurtosis parametra KURT za različite slučajeve oštećenja



Slika 8: Prikaz raspona PEAK g za različite slučajeve oštećenja

5. ZAKLJUČAK

Relativni odnosi različitih skalarnih iskaza vibracija kao i oblici vremenskih zapisa, frekventnih spektara i spektara envelopnog ubrzanja uglavnom potvrđuju napisano u teorijskom delu rada.

Analiza sumarnih iskaza vibracija:

Analiza sumarnog ubrzanja u opsegu 2 Hz – 20000 Hz: u praksi se visoke vrednosti sumarnog ubrzanja očekuje kod ležajeva sa izuzetno velikim zazorima. U eksperimentu su, pak, najviše vrednosti sumarnog

ubrzanja dobijene kod lokalizovanih oštećenja (BPFO i BPFI). Osnovni razlog tome je značajno oštećenje staze ležaja koje je uvedeno - to dovodi do pojave izuzetno visokih amplituda ubrzanja U praksi je tako nešto malo verovatno zbog najverovatnijeg mehanizma nastanka zatora u ležajevima pri kom se, najčešće, malo inicijalno oštećenje vremenom širi ali ne toliko kao u slučaju oštećenja na probnom stolu. Drugim rečima u praksi je verovatnije da ležaj iz stanja lokalizovanih zatora pređe u stanje povećanih zatora pri znatnom manjim veličinama lokalizovanih oštećenja na stazi u odnosu na uvedena oštećenja na probnom stolu.

Analiza sumarne brzine vibracija: očekivano je da se najveće brzine vibracija dobiju kod slučaja povećanih zatora (slučaj Z2). Ipak one su iz istih razloga koje su prethodno navedene kod analize ubrzanja, kod lokalizovanih oštećenja veće.

Analiza faktora oštećenja ležajeva DEF: od svih testiranih ležajeva realno su ležajevi Z2, BPFI i BPFO u stanju koje zahteva njihovu zamenu ispravnim ležajevima. DEF faktor je iste te ležajeve ocenio neispravnim.

Analiza kurtosis parametra KURT: slično kao i DEF parametar i kurtosis parametar je osetljiv na prisustvo visokofrekventnih udarnih komponenti visokih amplituda u odnosu na neki prosečni nivo signala. Kao takav, uzimajući u obzir veličinu uvedenih lokalizovanih oštećenja, on je očekivano povišen kod slučaja BPFI i BPFO.

Analiza raspona PEAK: isti zaključci koji su izvedeni kod DEF i KURT parametra važe i kod ovog parametra.

Analiza u frekventnom domenu:

Analiza zatora Z1 i Z2: očekivano frekventni spektri u slučaju zatora sadrže bogatu familiju harmonika osnovne frekvencije pri čemu se kod većih zatora amplituda i broj postojećih harmonika raste. Isto tako, snimljeno je i povećanje praznog šuma kod slučaja Z2 u poređenju sa Z1.

Analiza oštećenja BPFI: očekivano frekventni spektri sadrže harmonike od komponente oštećenja na unutrašnjoj stazi. Harmonici se javljaju usled veličine oštećenja. Osim toga uočena je i modulacija osnovnim brojem obrtaja.

Analiza oštećenja BPFO: očekivano frekventni spektri sadrže harmonike od komponente oštećenja na spoljašnjoj stazi. Harmonici se javljaju usled veličine oštećenja. Očekivano, amplitude komponenti spektra su veće kod oštećenja unutar zone opterećenja.

Analiza spektara envelopnog ubrzanja: envelopni spektri prikazuju očekivane rezultate, slične zaključcima izvedenih kod analize klasičnih frekventnih spektara. Ipak uočena je jedna interesantna stvar. Zazor sa malim ležajevima u envelopi prikazuje komponenti BPFI i BPFO. Očigledno je prilikom uvođenja ovog tipa oštećenja (ležaj montiran u stegu udaren čekićem) došlo do utiskivanja kotrljajnih tela u spoljnu i unutrašnju stazu.

6. LITERATURA

- [1]. Zuber N., Vibrodijagnostika i održavanje, Merenje i analiza dinamičkih procesa primenom računara, Osnove monitoringa i dijagnostike mašina, Materijali sa kursa, Novi Sad, 2012.
- [2]. Popov V., Balansiranje krutog rotora, Master rad, Fakultet Tehničkih Nauka Univerziteta u Novom Sadu
- [3]. Antelj D., Identifikacija pojedinih tipova oštećenja rotirajuće mašine primenom spektralne analize nad signalima mehaničkih vibracija, Master rad, Fakultet Tehničkih Nauka Univerziteta u Novom Sadu, 2013.
- [4]. Howard I., A review of rolling element bearing vibration "Detection, diagnosis and prognosis", DSTO Aeronautical and Maritime Research Laboratory, Melbourne, 1994.
- [5]. Randall R., Antonini J., Rolling element bearing diagnostics – A tutorial, Mechanical Systems and Signal processing, ELSEVIER, 2010.
- [6]. Bhende A., Awari GK., Untawale SP., Assessment of bearing fault detection using vibration signal analysis, VSRD Technical & Non-Technical journal, 2011.
- [7]. Zuber N., Automatizacija identifikacije otkaza rotirajućih mašina analizom mehaničkih vibracija, doktorska disertacija, Fakultet Tehničkih Nauka Univerziteta u Novom Sadu, 2010.

Kratka biografija:



Nikola Nović rođen je 1989. god. u Novom Sadu. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Mehanizacija i konstrukciono mašinstvo odbranio je 2014. god.



Ninoslav Zuber je rođen 1973. god. u Bačkoj Topoli. Diplomirao, magistrirao i doktorirao na Fakultetu tehničkih nauka gde je trenutno zaposlen u zvanju docenta..

PROJEKTOVANJE NOSAČA ALATA ZA MAŠINU ZA SEČENJE PLAZMOM SA 5 NU OSA**TOOL HOLDER FOR PLASMA CUTTING MACHINE WITH 5 NC AXISIS**

Milan Adamović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013

Kratak sadržaj – U radu je prikazano projektovanje nosača alata za mašinu za sečenje plazmom sa 5 NU osa. Projektovanje je realizovano primenom programskog sistema Solidworks. Nakon toga, 3D modeli su verifikovani izradom fizičkog prototipa sklopa nosača alata na mašini za brzu izradu prototipa.

Ključne reči: Nosač alata, Sečenje plazmom, Brza izrada prototipa

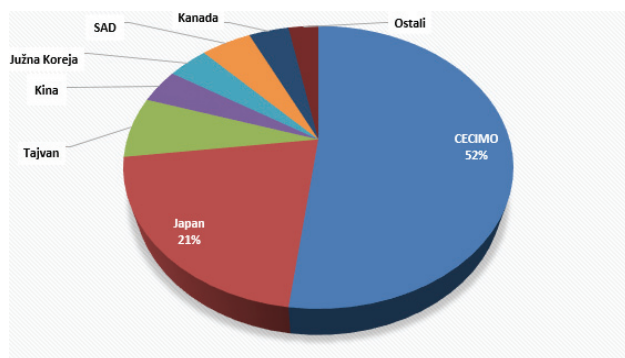
Abstract – In this paper is presented design of a tool holder for machine tool for plasma cutting with 5 numerical controlled axes. Designing is realized in Solid works software. Verification of designing elements of tool holder is realized with rapid prototyping method.

Keywords: Tool holder, Plasma cutting, rapid prototyping

1. UVOD

Savremeni svet se brzo razvija u pravcu usavršavanja proizvodnih tokova, pa su stoga potrebna brza rešnja i realizacija, bilo obrade materijala, bilo obrade informacija.

Sa stanovišta proizvodnje i izvoza mašina alatki Evropski proizvođači važe za najveće izvoznike u svetu i tradicionalno uz Japan i SAD, predstavljaju stub razvoja i proizvodnje na svetskom tržištu mašina alatki. 70% svih mašina proizvedenih u Evropskim zemljama se izvozi na druga tržišta. Iz studije koju je izradio CECIMO (Evropsko udruženje proizvođača mašina alatki) se vidi da Evropske zemlje imaju udeo veći od 50% svetske trgovine mašinama alatkama (slika 1).



Slika 1. Procentualna raspodela svetske trgovine mašinama alatkama u 2010. god.

NAPOMENA:

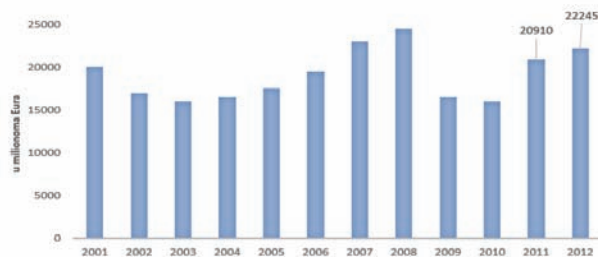
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je prof. dr Milan Zeljković.

Proizvodnja evropskih proizvođača mašina alatki je u 2008 godini iznosila 24,4 milijarde eura, dok je u 2009 godini imala ogroman pad, te se stabilizovala u 2010 godini kada je iznosila 16,6 milijardi eura. Sa druge strane 31% izvoza i 25% uvoza mašina alatki i njihovih komponenti u 2010 godini od strane evropskih zemalja je bilo sa Azijskog tržišta (slika 2). Prema tvrdnjama samog CECIMO-a „Evropa je izgubila svoj značaj u industriji mašina alatki u odnosu na Aziju“ [8]. U 2010. god. proizvodnja mašina alatki u Evropskim zemljama je iznosila oko 16,5 milijardi eura (33% svetske proizvodnje), proizvodnja je u Kini iznosila 15,7 milijardi eura (32%), u Japanu 7,1 milijardi eura (14%), u Južnoj Koreji 3,4 milijardi eura (7%) i Indiji 0,3 milijardi eura (1%).

Sa druge strane Evropske zemlje imaju pad proizvodnje od 2% u odnosu na 2009 godinu, dok Kina ima porast od 43%, Japan porast 42%, Južna Koreja porast od 71% i Indija porast od 73%.

Ta tendencija iz godine u godinu sve više dolazi do izražaja.

Trendovi sa početka ekonomske krize polako nestaju, te se proizvodnja polako oporavlja i vraća se u trendove na koje je tržište naviklo već decenijama.



Slika 2. Vrednost proizvodnje mašina alatki u zemljama CECIMA u milionima eura

Kao preduslov preciznog i brzog projektovanja u modernoj proizvodnji se podrazumeva korišćenje programskih sistema za projektovanje (CAD). U poslednje vreme se uglavnom koriste programski sistemi za 3D CAD projektovanje. Ovi programski sistemi najčešće sadrže i module za CAE proračune metodom konačnih elemenata ili se programski sistemi za analize mogu posebno koristiti. Sem toga sama izrada obradaka na mašinama za obradu se radi primenom CAM modula, koji su opet najčešće deo programskog sistema za projektovanje proizvoda. Pri savremenom projektovanju i proizvodnji se koriste gotovo isključivo integralni CAD/CAE/CAM programski sistemi koji značajno unapređuju i ubrzavaju kako proces projektovanja, tako i proces izrade proizvoda.

Praćenjem trendova u proizvodnji mašina alatki, pokušano je da se dođe do konceptijskog rešenja nosača alata mašine za sečenje plazmom.

U okviru rada, nakon definisanja 3D CAD modela primenom programskog sistema Solidworks, izrađen je fizički model metodom brze izrade prototipa. Model je izrađen na mašini Z310 plus proizvodnje Z corporation.

2. MAŠINE ZA OBRADU PLAZMOM

2.1. OBRADA PLAZMOM

Obrada plazmom spada u nekonvencionalne postupke obrade. Prvi put se pojavila 50-ih godina prošlog veka. Prvobitno se koristila za sečenje teško obradivih metalnih i ne metalnih materijala, ali "kasnije je našla primenu u velikom broju drugih proizvodnih operacija koje zahtevaju visoku koncentraciju toplotne energije kao što su: zavarivanje, nanošenje tvrdih prevlaka, topljenje metala (livenje i dobijanje granulata), predgrevanje materijala pri obradi rezanjem, izradi delova od teško obradivih materijala i dr." [3]

"Temperature na mestu obrade dostižu od 4000[°C]do 16000[°C]." [3]

"U cilju postizanja najpovoljnijih tehnokonomskih efekata obrade, postrojenje za obradu plazmom mora da sadrži sledeće elemente: generator jednosmerne struje za napajanje, sistem za dovođenje plazma gasova i vode za hlađenje, odgovarajući tip plazmatrona, kao i sistem za kontrolu procesa obrade i upravljanje" [3].

U primeni su tri tipa plazmatrona (gorionika): otvoreni, zatvoreni i kombinovani. Plazma gasovi se dele na dve komponente i to na: radni gas i stabilizujući gas. Kao radni gasovi se najčešće koriste: argon, azot, helijum, vodonik i dr.

Najčešći načini obrade plazmom su :

- sečenje plazmom;
- zavarivanje plazmom;
- nanošenje tvrdih prevlaka;
- livenje primenom plazme;
- obrada rezanjem pomoću plazme.

2.2. IZVEDENA REŠENJA 5 OSNIH MAŠINA ZA OBRADU PLAZMOM

Većina mašina za obradu plazma sečenjem su koncipirana tako da su sa 3 ili 5 NU osa. Nedostatak mašine sa 3 NU ose je što može da reže materijal samo u jednoj ravni. Na taj način nije moguće ostvariti komplikovaniju geometriju dela, s tim da je potrebno naglasiti da je česta potreba za sečenjem određenih profila pod uglovima, npr. zbog izrade zavarnih spojeva. Zbog toga se mašine za plazma sečenje izvide i sa 5 NU osa kretanja, s tim da se 4 i 5 NU osa najčešće ostvaruju zakretanjem čitavog nosača alata ili pojedinih njegovih delova.

Sam nosač alata je jedna od ključnih komponenti sa stanovišta proširenja tehničko tehnoloških mogućnosti primene mašina za obradu plazmom, pošto se modifikacijama u samom nosaču alata dobijaju mogućnost za još 2 NU ose.

Pri definisanju konceptionog rešenja nosača alata analizirana su izvedena rešenja poznatih proizvođača sa svim njihovim prednostima i manama. Na osnovu toga je pokušano da se razvije originalno konstrukciono rešenje.

Pri projektovanju konceptionog rešenja, a da bi se zadovoljili postavljeni zahtevi, uzete su u obzir sve karakteristike koje mora da ispuni jedan savremen nosač alata za mašinu sa 5 NU osa. Sem toga što se sa njim ostvaruju dve ose kretanja, kroz njega prolazi i snop instalacionih kablova. Snop kablova može stvarati probleme pri radu na mašini, te u mnogome utiče na sam dizajn i funkcionalnost konstrukcije nosača alata. Zbog toga je predviđeno da snop instalacionih kablova prolazi kroz šuplje vratilo, i da se plazma gorionik nalazi u C osi rotacije.

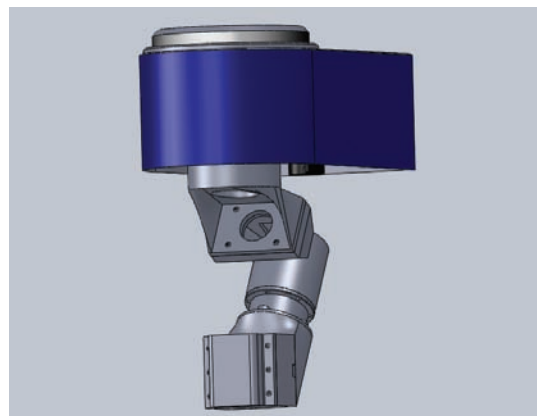
U tabeli T.1 je dat pregled osnovnih karakteristika nosača alata svetskih proizvođača.

Tabela T.1. Prikaz karakteristika nosača alata svetskih proizvođača

	Karakteristike	jed.	ESAB Global PRO	Metaltek-Art	Red steel	MESSER omni net 04	RHINO
Nosač alata	Zakretanje po A osi	[°]	/	±45°	±45°	/	58°
	Zakretanje po B osi	[°]	±45°	270°	±45°	±45°	±180°
	Zakretanje po C osi	[°]	± 540°	/	/	∞	/
	Senzor protiv kolizije	[mm]	da		da	da	da

Nosač alata je projektovan tako da mu kretanja po B osi rotacije budu 270°, te po C osi rotacije 400°. Rotacija po C osi je ostvarena primenom remenih prenosnika, dok je rotacija po B osi izvedena zakretanjem samog vratila elektromotora.

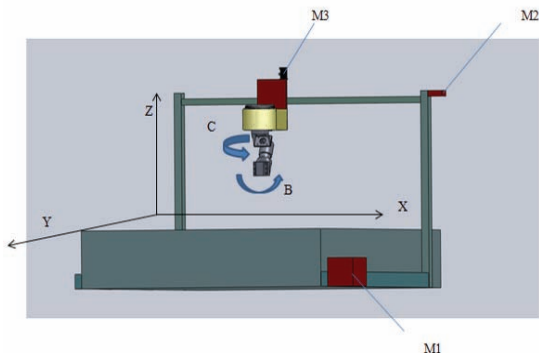
Uzimanjem u obzir sve što je prethodno navedeno definisani su 3D CAD modeli pojedinih elemenata sklopa, 3D CAD model sklopa, na osnovu kojih je na kraju urađen 3D model na mašini za brzu izradu prototipa. Na slici 3. je prikazan CAD model konceptionog rešenja nosača alata.



Slika 3. CAD model nosača alata

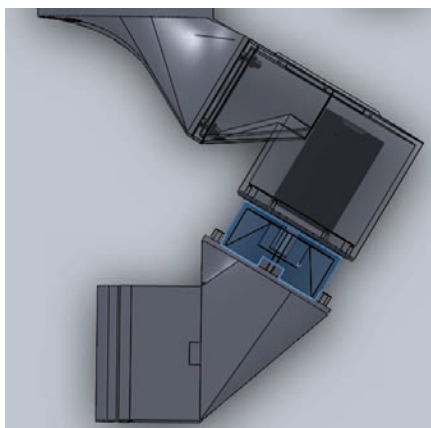
3. KINEMATSKA STRUKTURA NOSAČA ALATA

Na slici 4 prikazana je kinemaska struktura mašine za plazma sečenje sa 5 NU osa kretanja, za koju se razvija navedeni nosač alata.



Slika 4. Šematski prikaz mašine sa naznačenim NU osama kretanja alata

Kako se obrada plazmom vrši bez kontakta alata i materijala obradka, nosač alata kod mašine za plazma sečenje sa 5 NU osa upravljanja je projektovan tako da rešava dve ose kretanja, bez potrebe da trpi neka značajnija opterećenja (slika 5).

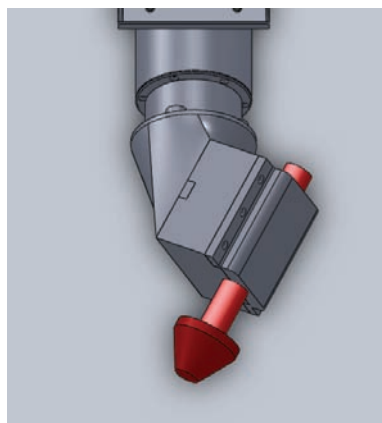


Slika 5. Rešenje kretanja oko B ose rotacije

Kao što se vidi na slici 4. sa nosačem alata su realizovane dve ose kretanja i to ose rotacije B i C.

Da bi se uspešno realizovalo kretanje u pravcu svih 5 NU osa potrebno je uskladiti kretanje pogonskih elektromotora pomoću kojih se, uz pomoć prenosnika kretanja, vrši linearno, odnosno rotaciono kretanje. Kretanjem se upravlja pomoću upravljačke jedinice.

Pri kretanju alata u softveru upravljačke jedinice se uzimaju u obzir i funkcije održavanja konstantnog zazora između materijala obradka i plazma gorionika i funkcija RTCP (Rotation Tool Center Point). Zazor između materijala obradka i plazma gorionika se održava konstantnim u zavisnosti od napona električnog luka. Varijacijom zazora smanjuje se odnosno povećava napon električnog luka, te se regulisanje zazora vrši softverski u odnosu na veličinu napona električnog luka. Od samog električnog luka zavisi i uspešno izvođenje operacije sečenja. Funkcija RTCP vrši kompezaciju od centra okretanja nosača alata u odnosu na njegovo zakretanje. Na slici 6 je prikazano zakretanje plazma gorionika u odnosu na B osu.



Slika 6. Šematski prikaz zakretanja plazma gorionika¹

4. DIMENZIONISANJE ELEMENATA NOSAČA ALATA

U glavne uslove, pri projektovanju proizvoda, koji obezbeđuju visok kvalitet konstrukcije spadaju tehnički uslovi, ekonomski uslovi, tehno-ekonomski uslovi i ostali uslovi. Pošto u ekonomske uslove spada i racionalna prodajna cena proizvoda, težilo se ka tome da pri konstruisanju samog nosača alata cena izrade nosača alata bude što niža.

Zbog specifičnosti pri izvedbi konstrukcije nije vršeno dimenzionisanje elemenata sklopa na osnovu proračuna. Naime, obzirom da nema naprezanja i otpora pri rezanju, ukoliko bi se vršilo dimenzionisanje vratila na osnovu proračuna debljine zida elemenata bi bile veoma male, što bi značajno uticalo na cenu izrade samih elemenata, naročito pošto se radi o pojedinačnoj proizvodnji.

Zbog toga su elementi nosača alata projektovani na osnovu funkcionalnosti sklopa i samog izgleda sklopa.

Vratilo je, iz funkcionalnih razloga, moralo biti šuplje, u cilju omogućavanja prolaska snopa kablova.

Na njemu se nalazi remenica i vršice zakretanje po C osi obrtanja. Pošto će nositi masu samog nosača i gorionika vratilo je izrađeno od čelika.

Pri proveru stepena sigurnosti dobija se mnogo veća vrednost od minimalne potrebne vrednosti.

$$S = \frac{S_{\sigma} \cdot S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}} \geq S_{\min} = 1,5 - 2,5$$

Izveden je proračun remenog prenosa i na osnovu njega je određeno među osno rastojanje između vratila na kome se nalazi remenica elektromotora.

$$F_t = \frac{2T}{d_{w1}} \leq F_{doz} = \frac{F_N \cdot b}{C_A}$$

$$F_t = 9550 \cdot \frac{0,2 \cdot 2}{3000 \cdot 31,84 \cdot 10^{-3}} = 39,99N$$

$$F_N = 10N / mm$$

$$F_{doz} = 100N$$

Kao što se vidi iz završnog proračuna zupčatog remena, takođe je sila u remenu mnogo manja od dozvoljene vrednosti.

Vrednost sile na vrtilu na mestu remenice iznosi:

¹ Plazma gorionik je prikazan crvenom bojom

$$F_w \approx 1,5 \cdot C_A \cdot F_t$$

$$F_t = 39,99N$$

$$F_w \approx 95,98N$$

Svi ostali delovi nosača alata su izarađeni od aluminijuma zbog same mase nosača alata i inercijalnih sila koje nastaju pri kretanju. Većina elemenata zbog tehnološkičnosti ima projektovanu debljinu zida od 5 mm.

5. BRZA IZRADA PROTOTIPA

Brzom izradom prototipa sem što je omogućena analiza fizičkog izgleda, teksture ili funkcionalnost nekog predmeta, može se napraviti alat i za izradu.

Imajući u vidu prednosti ove tehnologije fizički model sklopa je izrađen tehnologijom brze izrade prototipa. Na projektovanom nosaču alata ima nekoliko delova složene geometrije koji su se mogli izraditi isključivo livenjem. U slučaju komplikovane geometrije obradka, izrada jezgra kao i samog modela za izradu kalupa za livenje često predstavlja problem, te se ponekad mora raditi čak i ručno.

Izradom fizičkog modela na mašini za brzu izradu prototipa lako se na osnovu fizičkog modela može uzeti otisak u gipsu za izradu livačkog kalupa, što predstavlja relativno jednostavan i brz način za izradu livačkih kalupa na osnovu projektovanog 3D CAD modela.

Fizički model je izrađen na mašini Z310 plus od Z corporation.

6. ZAKLJUČAK

Savremeni načini projektovanja proizvoda se koriste u cilju olakšavanja postupaka projektovanja proizvoda, da izvrše njegovu što verniju vizualizaciju, sa težnjom njegovoj što bržoj i jednostavnijoj materijalizaciji.

Izradom proizvoda postupkom koji je prikazan u radu se skraćuje vreme realizacije projekta u odnosu na konvencijalni metod. Projektovanje se izvodi vrlo brzo, sa efikasnim i realističnim prikazima. U toku projektovanja i izrade crteža primenom određenog programskog sistema za projektovanje proizvoda lako se vrše korekcije i ispravljaju uočeni nedostaci. Takođe se na vrlo lak i jednostavan način može formirati konstrukciona dokumentacija, i izvršiti analize ponašanja elemenata pri različitim statičkim, dinamičkim opterećenjima, pa i ostale analize kao što je npr. ponašanje pri protoku fluida itd...

Takođe je prikazana i izrada modela na mašini za brzu izradu prototipa, koji se kasnije mogu na različite načine primeniti, a u konkretnom slučaju se mogu veoma lako napraviti modeli za livačke kalupe.

Samim tim je prikazan jedan brz i efikasan način projektovanja i izrade proizvoda, bez kojeg se u današnjim trendovima koji vladaju na savremenom tržištu veoma teško može upustiti u tržišnu trku.

7. LITERATURA

- [1.] Gebhardt, A.: Rapid Prototyping; Hanser Publishers Munich, 2003;
- [2.] Kuzmanović, S.: Mašinski elementi, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2008;
- [3.] Milikić, D.: Nekovencionalni postupci obrade, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2002;
- [4.] Plančak, M.: Brza izrada prototipova, modela i alata, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2009;
- [5.] Todić, V.: Projektovanje tehnoloških procesa, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2007;
- [6.] Todić, V.: Tehnološka logistika i preduzetništvo, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2011;
- [7.] Zeljković, M.: Savremeni prilazi u projektovanju proizvoda, autorizovani rukopis predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2011;
- [8.] <http://www.cecimo.eu/>

Kratka biografija:



Milan Adamović rođen je 1973. god. u Kikindi. Na osnovnim akademskim studijama diplomirao 2013.god. na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu – odsek Proizvodno mašinstvo. Zaposlen u Tehničkoj školi u Kikindi kao nastavnik praktične nastave od 2003. godine.

САГОРЕВАЊЕ БИОМАСЕ BIOMASS COMBUSTION

Немања Сомборац, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област - МАШИНСТВО

Кратак садржај - У овом раду описано је сагоревање биомасе, као и њен састав и карактеристике. У оквиру рада извршени су и експерименти везани за сагоревање сојине сламе и кукурузовине. Резултати су приказани у форми промене температуре сагоревања са временом за различите брзине продувавања ваздуха и маса горива. Експерименти су извршени помоћу лабораторијског постројења за сагоревање биомасе.

Abstract: *This work describes the combustion of biomass, as well as its composition and characteristics. As a part of this study, combustion experiments of soybean straw and corn stover were carried out and results presented in terms of combustion temperature vs time for various air flow rates and range of biofuel mass. Experiments were carried out using a laboratory plant for biomass combustion.*

Кључне речи: сагоревање, биомаса, биогориво.

1. УВОД

Светске нафтне залихе се непрекидно смањују, док цена нафте стално расте. Извори нафте се на светском нивоу процењују на још 50 година [1], па се данас озбиљно размишља о употреби биомасе, нарочито у смислу добијања биогорива. Последица енергетске кризе је појачано интересовање за боље и рационалније коришћење постојећих и трагање за новим енергетским изворима. Под горивом се подразумевају природне и вештачке материје које процесом сагоревања ослобађају велике количине енергије. Топлотна енергија се из горива добија хемијским процесом који се зове оксидација или сагоревање. Гориве материје су највећим делом угљеници, па је горење процес спајања угљеника са кисеоником. Разликују се и неугљенична горива, као што су водоник, хлор, амонијак, натријум, који приликом спајања са кисеоником оксидишу и ослобађају топлоту [2]. Приликом оксидације долази до хемијске реакције, промене у структури атома, па се таква горива називају хемијска горива.

Најважније карактеристике горива су: хемијски састав, топлотна моћ, температура сагоревања и понашање горива у току процеса сагоревања. Гориво је смеша сложених хемијских једињења, чији основни

састав чине угљеник (C), водоник (H), азот (N) и сумпор (S). Гориво се састоји од горивог дела (гориви састојци) и баласта (негориви састојци). У гориве материје спадају угљеник (C), водоник (H) и делимично сумпор (S), праћени кисеоником (O) који не гори али омогућава сагоревање, док у негориве састојке спадају влага и минералне материје (пепео) – баласт, што је нарочито изражено код чврстих горива, мање код течних, а минимално код гасовитих горива [3].

Када се говори о енергији и енергетским изворима треба напоменути да постоје обновљиви и необновљиви извори енергије. У необновљиве изворе енергије спадају већина течних, чврстих и гасовитих горива, осим дрвета и биљне масе, као и нуклеарна енергија. Обновљиви извори енергије су они извори чије коришћење не утиче на смањење енергетских резерви на земљи, а то су: енергија водотокова, ветра, мора, сунца и биомасе [4]. Разлози потребе повећања удела обновљивих извора енергије у укупној енергетској потрошњи су све већи недостаци фосилних горива, глобална еколошка заштита планете Земље, локална еколошка заштита, енергетска независност и др., док су неки од недостатака нешто веће цене инвестиционе опреме, спора отплативост инвестиције, нижи енергетски потенцијал и сложенија техничка експлоатација система (нарочито када се користи биомаса) [5].

2. КАРАКТЕРИСТИКЕ БИОМАСЕ

Биогорива се добијају прерадом биљака и органских материја. Биогориво је назив за горива која или сама спадају у биомасу или су настала прерадом биомасе, тј. живих организама (биљака, животиња, микроорганизама), те као такве за разлику од фосилних горива, спадају у обновљиве изворе енергије. У биогорива се убрајају и горива која су нуспродукт других процеса, и која би иначе била отпад. Биогорива се као и горива деле на чврста, течна и гасовита; у течном стању се највише користе за аутомобилску индустрију и транспорт, а у чврстом стању могу да се користе за неке индустријске процесе и грејање. Биогорива представљају први озбиљан изазов фосилним горивима и помажу у борби против глобалног отопљавања зато што дају мањи учинак стаклене баште, а емитују мању емисију угљен-диоксида у атмосферу него фосилна горива. Смањене су и емисије других штетних материја као што је азот-оксид који утиче на повећање обољења дисајних органа, нарочито у градовима [6]. Производња биогорива ограничена је само брзином

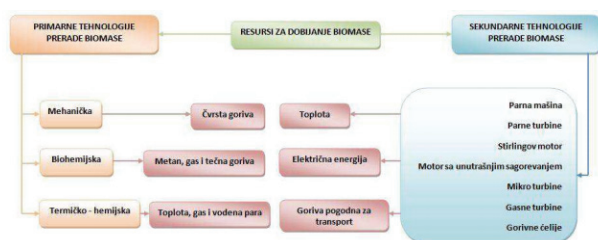
НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији ментор је била доц. др Марија Вићевић.

раста биљака и расположивошћу обрадивих површина, а уколико се у њиховој производњи користе отпадне материје, нема чак ни тих ограничења. Када се говори о биомаси као обновљивом гориву, подразумева се материја сачињена од биљне масе у виду производа, нуспроизвода, отпада или остатака биљне масе. Биомаса, као чврсто биогориво, има своје специфичне карактеристике у односу на конвенционалне врсте горива, у погледу: хемијског састава, температуре сагоревања, тачке топљења пепела, топлотне вредности горива и степена загађивања околне средине.

3. ТЕХНОЛОГИЈЕ ПРАДЕ И САГОРЕВАЊА БИОМАСЕ

Основни проблем у преради биомасе је велика влага, а недостатак је мала енергетска вредност по јединици масе. Прерада биомасе се врши са циљем добијања погоднијег облика за транспорт, складиштење и употребу. На Слици 1 приказане су неке технологије прераде биомасе.



Слика 1: Технологије прераде биомасе [7]

Под примарним технологијама прераде биомасе подразумевају се механичка, биохемијска и термохемијска прерада.

У зависности од врсте, влажности и величине комада отпадне биомасе, разликује се и технологија њене припреме и сагоревања, односно типови (конструкције) ложишта котлова у којима се врши сагоревање.

Према начину непосредне припреме биомасе за сагоревање разликују се [8]:

- технологије код којих се врши непосредно сагоревање биомасе (са већим или мањим степеном припреме) у ложиштима класичних или посебних конструкција котлова и
- технологије код којих се прво врши гасификација биомасе у предложиштима и сагоревање гаса у ложиштима класичних конструкција котлова за сагоревање гасног горива.

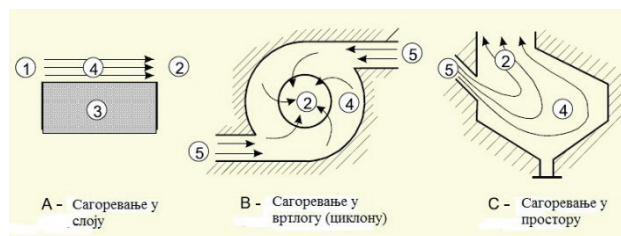
Најједноставније решење сагоревања биомасе представља сагоревање крупнијих комада биљне (дрвне) масе која се врши у котловима класичних конструкција и решења.

Директно сагоревање биомасе у ложиштима котлова малих снага, најчешће се користи за грејање стамбених објеката индивидуалних домаћинстава. То су котловске јединице чија се снага креће најчешће до

30kW, а ређе до 50 kW и више (максимално до 100 kW). Обзиром на места ложирања оваквих котловских система обично се у њима сагорева крупнија и брикетирана биомаса.

3.1 САГОРЕВАЊЕ

На Слици 2 су приказани неки од начина сагоревања биомасе. Будући да је економски најповољнији начин коришћења биомасе у производњи електричне енергије сагоревање у комбинацији са угљем, подстицајно законодавно окружење у многим развијеним земљама омогућило је експанзију постројења која као гориво користе искључиво биомасу. У постројењима за самостално сагоревање биомасе углавном се користе следеће технологије сагоревања: сагоревање у непокретном слоју у ложиштима са решетком, сагоревање у мехурастом флуидизованом слоју, као и сагоревање у циркулационом флуидизованом слоју.



Слика 2: Начини сагоревања биомасе [9]

3.2 ГАСИФИКАЦИЈА

Гасификација је процес којим се органски материјал конвертује у угљен моноксид, водоник, угљен диоксид и метан. Ово се постиже реакцијом на високој температури (>700°C) [10], без сагоревања, у контролисаном присуству кисеоника и/или паре. Продукт реакције је сингас – угљен моноксид + водоник + угљен диоксид (syngas = synthesis gas, synthetic gas). На Слици 3 приказан је процес гасификације, где се биомаса излаже високој температури, у контролисаном присуству кисеоника, и као продукт добија се гас.



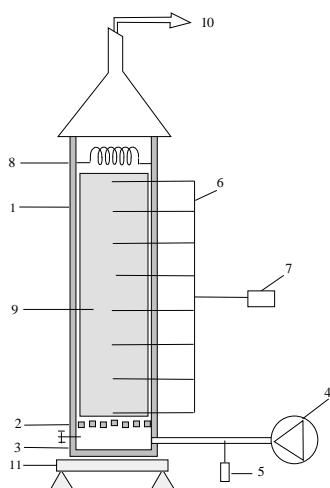
Слика 3: Шема процеса гасификације [10]

Гасификација биљне масе подразумева процес код којег се биомаса непотпуно сагорева и излаже грејању у одсуству ваздуха, односно ваздуха има у недовољним количинама за сагоревање у грејној зони.

Због загревања из биомасе испаравају гориве компоненте (волатили), који се потом одводе у ложиште котла где се врши њихово сагоревање уз присуство довољне количине ваздуха, односно кисеоника. Котловски системи са гасификацијом биомасе имају зону у којој се врши гасификација (предложиште) и зону у којој се врши сагоревање горивих гасова из биомасе (ложиште) [8].

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО

У оквиру овог рада извршени су експерименти који су везани за сагоревање биомасе, сојина слама и кукурузовина су искоришћене за добијање битних параметара сагоревања. Извршено је по осам мерења са различитим вредностима почетних маса горива и довођењем различитих количина ваздуха за само сагоревање. Експерименти су извршени помоћу лабораторијског постројења за сагоревање које од уређаја има, осим реактора у ком се врши сагоревање, и грејач на самом врху реактора, као и вентилатор који служи за довођење ваздуха у реактор. За сагоревање сојине сламе и кукурузовине коришћено је лабораторијско постројење шематски приказано на Слици 4.



Слика 4: Шема лабораторијског постројења
1-реактор, 2-решетка, 3-пепелара, 4-вентилатор са потенциометром, 5-мерач протока ваздуха, 6-термопаре, 7-data logger (уређај за очитавање температуре са термопарова), 8-електрични грејач, 9-гориво (слој биомасе), 10-димни гасови, 11-индустријска вага

Услови при којима су извршени експерименти приказани су у Табели 1.

Табела 1. Експериментални услови

Број експеримента	Маса кукурузовине (g)	Брзина удувавања ваздуха (m/s)	Маса сојине сламе (g)	Брзина удувавања ваздуха (m/s)
I	3354	0,10	1981	0,34
II	1737	0,20	1613	0,36
III	1894	0,48	1957	0,40
IV	3405	0,15	1553	0,55
V	1912	0,30	1735	0,73
VI	3427	0,21	1459	0,42
VII	1674	0,60	1670	0,86
VIII	2467	0,25	1620	0,30

За сваки експеримент мерене су и забележене и средње вредности брзина ваздуха на почетку ($V_{\text{почетно}}$) и на крају сагоревања ($V_{\text{крајње}}$) као и маса горива на почетку (m_1) и маса пепела на крају сагоревања ($m_{\text{пепела}}$).

Пошто је извршено осам мерења са различитим брзинама струјања ваздуха и различитим количинама биомасе (кукурузовине и сојине сламе) за сагоревање, у оквиру рада упоређени су резултати сагоревања сојине сламе и кукурузовине са приближно истим вредностима масе горива и брзине продувавања ваздуха. На основу ових резултата графички су представљени односи температуре и времена сагоревања као и масе и времена сагоревања.

Упоређено је по четири мерења, а једно од ових поређења приказано је у Табели 2.

Табела 2. Поређење IV (кукурузовина - мерење III и сојина слама - мерење III)

КУКУРУЗОВИНА	СОЈИНА СЛАМА
$V_{\text{почетно}} = 0,48 \text{ m/s}$	$V_{\text{почетно}} = 0,40 \text{ m/s}$
$V_{\text{крајње}} = 0,39 \text{ m/s}$	$V_{\text{крајње}} = 0,37 \text{ m/s}$
$M_{\text{пепела}} = 85 \text{ g}$	$M_{\text{пепела}} = 28 \text{ g}$
$m_{k2} = 1894 \text{ g}$	$m_{k8} = 1957 \text{ g}$

Промене температуре сагоревања праћене су дуж реактора и бележене сваких 30 секунди. Резултати мерења су обрађени и на основу њих добијени графици односа температура и времена, као и масе и времена сагоревања за сваки изведени експеримент. На Графикима 1 и 2 приказани су резултати четвртог поређења.

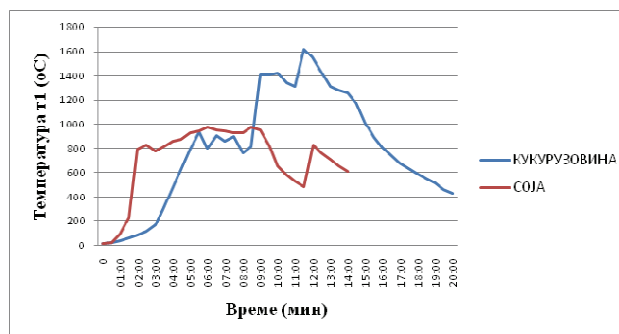


График 1: Промена температуре током времена трајања сагоревања (Поређење IV)

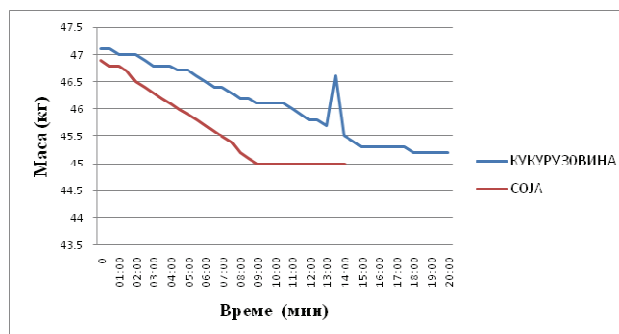


График 2: Промена масе током времена трајања сагоревања (Поређење IV)

Приликом сагоревања биомасе издваја се неколико битних фаза сагоревања. У почетној фази услед загревања из биогорива долази до испаравања влаге. Тај процес је одвојен од процеса термичког разлагања и одвија се на температурама од 80-90⁰С. После ове фазе, при температурном интервалу од 80-200⁰С настаје време скривеног термичког разлагања биогорива. Преласком те границе температуре, долази до значајне промене масе биогорива, а тај процес се одвија у температурном интервалу од 270-370⁰С, и он зависи од брзине загревања. Од 350-550⁰С брзина губитака масе донекле опада, али је још увек интензивна. Прекорачењем температуре од 550⁰С процес суве дестилације горива се завршава и настаје сагоревање чврстог остатка (фиксног угљеника).

Док биомаса сагорева у реактору долази то промене температуре кроз реактор, а највећи температурни скок је забележен на горњем делу реактора, где су температуре достигале вредности око 1600⁰С (за кукурузовину), а некад и преко те вредности зависно од брзине продувавања ваздуха за сагоревање.

У оквиру рада извршен је и прорачун масеног удела компонената које чине биогориво и које улазе у његов састав. На основу почетних података израчунате су вредности доње и горње топлотне моћи горива помоћу емпиријских формула, а прерачунате су и вредности масеног удела горива са аналитичке масе на органску (суву) масу горива.

5. ЗАКЉУЧАК

У циљу истраживања карактеристика биомасе доступне у Војводини, у овом раду су изведена експериментална испитивања сагоревања биомасе, кукурузовине и сојине сламе. Експерименти су извођени при различитим почетним масама кукурузовине и сојине сламе, као и при различитим брзинама удувавања ваздуха у ложиште. На основу мерења, резултати су представљени табеларно и графички, а на графицима су приказане зависности температура сагоревања од времена, као и промена маса кукурузовине и сојине сламе током времена.

Претходна истраживања су показала да је промена масе утицала на температуру истим начином како се и она мењала тј. повећањем масе добијала се и већа температура током огледа и обрнуто. Самим тим постизали су се дужи периоди потребни за сагоревање биомасе. Промена брзине удувавања ваздуха је сложенији проблем, али је закључено да се са повећањем брзине ваздуха постижу веће температуре, које су некада и дупло веће него код мањих брзина удувавања.

Са сврхом поређења карактеристика сагоревања кукурузовине и сојине сламе, изабрани су они експерименти у којима су услови извођења били слични – приближно једнаке почетне масе и брзине продувавања ваздуха. Поређењем ове две врсте биомасе, долази се до закључка да кукурузовина развија веће температуре, и да спорије сагорева у односу на сојину сламу, тј. да дуже одржава температуру. Резултати су показали да за сличне

почетне масе ($m \approx 1900 \text{ g}$) и брзине продувавања ваздуха ($V_{\text{почетно}} \approx 0,44 \text{ m/s}$) кукурузовина постиже већу температуру сагоревања, 1616 °С, док сојина слама достиже температуру 974 °С и спорије се пали (кукурузовина 1:30 минута, соја 3:00 минута), тј. потребна је већа почетна температура да би дошло да паљења. Такође је закључено да кукурузовина спорије сагорева, јер се почетна маса кукурузовине спорије мења (опада) у односу на сојину сламу.

Циљ ових испитивања био је доказивање перспективе биомасе као горива и њеног значења за будућност. Овим испитивањем су упоређене две лако доступне биомасе, трагајући за подацима које је биогориво економичније. Иако су и кукурузовина и сојина слама веома лако доступна у типичним сеоским домаћинствима, резултати су показали већи потенцијал коришћења кукурузовине.

6. ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.obnovljiviizvorienergije.rs/biogorivo.html> (приступ: 12.06.2012)
2. <http://en.wikipedia.org/wiki/Fuel> (приступ: 12.06.2012).
3. www.pfst.hr/old/data/.../GMV-Goriva1.ppt (приступ: 14.06.2012)
4. <http://www.obnovljiviizvorienergije.rs/obnovljivi-izvori-energije-u-srbiji.html> (приступ: 18.06.2012)
5. <http://www.euractiv.rs/odrzivi-razvoj/2272-obnovljivi-izvori-energije-energetska-budunost> (приступ: 20.06.2012)
6. <http://sr.wikipedia.org/wiki/Биогорива> (приступ: 19.07.2013.)
7. Бркић, М и Т. Јанић, *Брикетирање и пелетирање биомасе (монографија)*, Департман за пољопривредну технику, Пољопривредни факултет, Нови Сад, 2009.
8. Радаковић, М., *Биодизел, биогаз, биомаса*, АГМ књига, Београд, 2009.
9. <http://www.scribd.com/doc/186091173/Biomasa-Kao-Biogorivo-Kikinda-1> (приступ: 20.07.2013)
10. Вићевић, М., *Биоенергетска горива*, Факултет Техничких Наука, Нови Сад, 2014.

Кратка биографија:



Немања Сомборац рођен је у Новом Саду 1985. год. Дипломски - мастер рад на Факултету техничких наука из области Машинства - Енергетике и процесне технике одбранио је 2014. год.

UTICAJ REŽIMA RADA NA HABANJE LETEĆIH RUKAVACA KOLENASTOG VRATILA MOTORA SUS**INFLUENCE OF ENGINE SPEED AND LOAD ON CRANKPIN WEAR IN RECIPROCATING PISTON ENGINES**Vanja Dragosavljević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – Izlazni parametri motora pri identičnom kvalitetu radnog procesa zavise od mehaničkih gubitaka čiji najveći deo čine gubici trenja u kliznim parovima motora, čiji značajan deo čini trenje u ležištima kolenastog vratila – glavnim i letećim rukavcima. Trenje dovodi do habanja koje je uzročnik povećanih zazora u klipno cilindarskom mehanizmu, što utiče na odvijanje procesa unutar motora.

Za praćenje habanja se često koriste eksperimentalne metode, ali u ovom radu se pomoću proračunskih metoda i grafičkim prikazom delimično simulira uticaj broja obrtaja kolenastog vratila i opterećenja motora na habanje letećih rukavaca kolenastog vratila.

Abstract – Internal friction is one of the main factors affecting the output of the internal combustion engine. Friction occurring in the joints of the piston-crank mechanism makes up a big proportion of the overall friction. Friction leads to wear and increased gaps between components causing deterioration of process quality inside the engine.

Wear is usually monitored through experimental methods, but in this paper analytical and graphical methods are used to partially simulate the influence of engine speed and load on crankpin wear.

Ključne reči: motor SUS, rukavac, kolenasto vratilo, radilica, habanje, dijagram, režim rada

1. UVOD

Savremeni trendovi razvoja motora sa unutrašnjim sagorevanjem su doveli do motora sa sve manjom radnom zapreminom, manjim dimenzijama i manjom masom. Iz motora male zapremine se obezbeđuju sve veće vrednosti snage i obrtnog momenta. Tokom radnog ciklusa motora se postižu visoke temperaturne razlike koje prate visoki pritisci unutar komore za sagorevanje, što dovodi do visokih toplotnih i mehaničkih opterećenja u elementima motora. Zbog svega nabrojanog kvalitet materijala i tačnost izrade moraju biti na vrlo visokom nivou.

Pri eksploataciji motora u vozilima režim rada motora se najčešće menja u kratkim vremenskim intervalima, dakle motor radi u nestacionarnom režimu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Jovan Dorić

Režim rada motora ima presudan uticaj na pouzdanost, vek trajanja i habanje elemenata motora.

Izlazni parametri motora pri identičnom kvalitetu radnog procesa zavise od mehaničkih gubitaka čiji najveći deo predstavljaju gubici trenja u kliznim parovima motora, čiji značajan deo čini trenje u ležištima kolenastog vratila – glavnim i letećim rukavcima. Trenje ima vrlo nepovoljan uticaj na karakteristike i stanje motora. Sa jedne strane je primetan pad kvaliteta izlaznih karakteristika-pad snage uz povećanje potrošnje goriva-a sa druge strane habanje dovodi do povećanih zazora u klipno cilindarskom mehanizmu, što utiče na odvijanje procesa unutar motora. Najčešći načini oštećenja kliznih ležišta (preko kojih se oslanjaju rukavci kolenastog vratila) su plastična deformacija i habanje. Uprkos dovođenju maziva pod pritiskom do ležišta da bi se ostvarilo hidrodinamičko podmazivanje, u nekim režimima rada –kao što su hladan start- dolazi do suvog ili polusvog trenja koje izaziva pojačano habanje.

2. KONSTRUKCIJA KOLENASTOG VRATILA

Pravolinijsko translatorno kretanje klipova se pomoću klipnjače i kolenastog vratila pretvara u rotaciono kretanje i obrtni moment koji je dostupan za pogon različitih uređaja.

Kolenasto vratilo je jedan od najodgovornijih, najopterećenijih, najsloženijih i najskupljih delova motora. Prima sile pojedinih klipnjača (iz svih cilindara motora), prenosi ih i mehaničku energiju predaje (preko zamajca) potrošaču u vidu obrtnog momenta.

Izloženo je velikim naprezanjima izazvanim promenljivim silama: gasnim, inercijalnim pravolinijski oscilatornih masa F_{io} i inercijalnim rotacionih masa F_{ir} . Opterećenja su najčešće naizmenično promenljiva-savijanje, smicanje, uvijanje, pritisak, istezanje.

Zbog periodičnosti pobudnih sila (momenata) mogu biti izazvane oscilacije kolenastog vratila: torzione – naročito opasne, fleksione – manje opasne i uzdužne (longitudinalne) – u nekim slučajevima mogu biti opasne. Ni u kom slučaju se ne sme dozvoliti rad u rezonantnom području torzionih oscilacija jer lako može doći do enormnog porasta amplituda oscilovanja i loma vratila (u slučaju opasnosti od rezonantnih oscilacija se primenjuju prigušivači torzionih oscilacija, izbegavanje kritičnih brojeva obrtaja i sl.)[1].

Na radni vek kolenastog vratila utiču otpornost ka opterećenju na uvijanje (slabe tačke se nalaze na prelazima između glavnih rukavaca i tela kolenastog vratila), otpornost ka promenljivim torzionim

opterećenjima (kanali za podmazivanje su česte slabe tačke), ponašanje pri promenljivim torzionim opterećenjima (čvrstoća, buka), otpor habanju (na rukavcima) i habanje na zaptivkama vratila (gubitak ulja). Pri konstruisanju kolenastog vratila, tj. pri izboru materijala, načina izrade, konstruktivnog oblika i dr. treba voditi računa o sledećim zahtevima:

1. Velika jačina, krutost i tvrdoća tj. otpornost na habanje kako bi se pri što manjoj masi vratila obezbedila dovoljna sigurnost pri radu u različitim uslovima eksploatacije
2. Visoka tačnost i finoća obrade rukavaca
3. Statička i dinamička uravnoteženost i isključena opasnost pojave rezonantnih oscilacija u eksploatacionom području broja obrtaja. Takođe, kod brzohodnih motora rasterećenja oslonačkih ležišta od centrifugalnih sila (protivtegovima)[1].

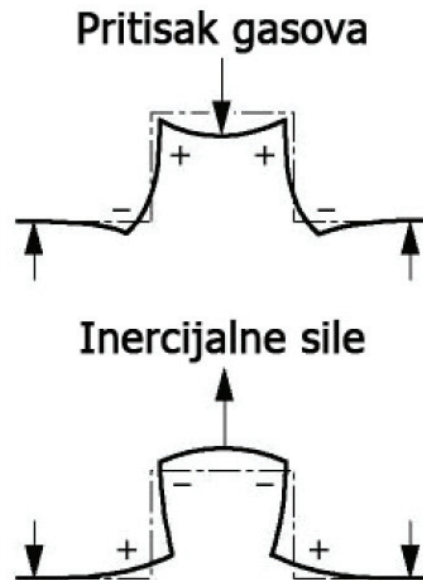
Sa slici 1. prikazane su načelno deformacije kolena kolenastog vratila četvorotaktnog motora pri prolazu kroz spoljnu mrtvu tačku pri dejstvu maksimalne sile klipnjače i maksimalne inercijalne sile koja obuhvata silu od pravnijski oscilatornih masa i centrifugalnu silu od rotativnog dela klipnjače i od mase letećeg rukavca (pretpostavka ja da ove mase nisu uravnotežene). Ova druga situacija se odnosi na period preklopa ventila, kada je gasna sila zanemarljiva. Na mestu prelaza rukavaca u ručicu javlja se naizmenično promenljivo naprezanje. Na ovim mestima imamo i naprasne promene konstruktivnog oblika. Ovi prelezi su kritični u pogledu koncentracije napona i opasnosti pojave prskotina i loma. Zbog toga se prelazi rukavaca u rame moraju izvesti sa što većim zaobljenjima [1].

Klizni ležajevi omogućavaju vođenje nekih pokretnih delova motora kao što je kolenasto vratilo i prenos opterećenja s rukavca na telo ležaja. Klizna ležišta su dvodelna (sastoje se iz dve polušolje) tako da se mogu montirati na kolenasto vratilo izrađeno izjedna.

Osnovna namena podmazivanja kliznih ležajeva je smanjenje trenja i time smanjenje gubitaka snage, smanjenje habanja i time povećanje veka trajanja ležaja, te smanjenje zagrevanja i sprečavanje zaribavanja ležajeva. Ova tri cilja ostvaruju se dobrim podmazivanjem, pri kojem su površina rukavca i posteljica ležaja razdvojene tankim slojem ulja, tzv. uljnim filmom u kojem vlada tečno trenje. Prema tome, kod idealnog kliznog ležaja nema habanja. Dobri ležajevi mogu pod povoljnim okolnostima raditi bez vidljivog habanja, teoretski sa neograničenom trajnosti [2].

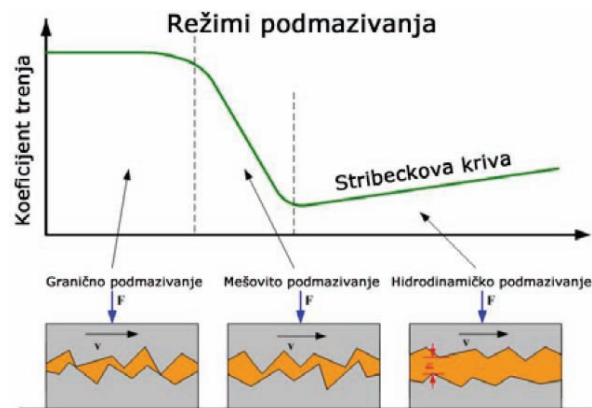
Za postizanje tekućeg trenja potrebno je u sloju maziva osigurati pritisak koji omogućava ravnotežno stanje sa spoljnim opterećenjem ležaja. Ovo se postiže hidrostatičkim ili hidrodinamičkim načinom podmazivanja, u ovom radu je detaljno objašnjen hidrodinamički način podmazivanja jer se on češće sreće pri podmazivanju elemenata kolenastih vratila motora SUS.

Sem hidrodinamičkog postoje još i režimi graničnog podmazivanja, gde dolazi do kontakta između rukavaca i ležaja na najvišim tačkama materijala. Ovaj režim podmazivanja karakteriše visok koeficijent trenja, povećano habanje, neravnomeran raspored opterećenja i "zaribavanje" ležaja. Granično podmazivanje se najčešće javlja pri malim brzinama obrtanja (start i prestanak rada motora) i pri visokim opterećenjima.



Slika 1. Deformacije kolena kolenastog vratila motora pri prolazu kroz spoljnu mrtvu tačku

Drugi režim podmazivanja je mešovito podmazivanje gde dolazi do povremenog kontakta između rukavaca i ležaja na najvišim tačkama. Mešovito podmazivanje se javlja između graničnog i hidrodinamičkog podmazivanja. Režimi podmazivanja su prikazani na Stribekovoj krivi. (slika 2.).



Slika 2. Režimi podmazivanja kolenastog vratila

3. PRENOS SILA KROZ KLIPNI MEHANIZAM

Sila F_r koja deluje na osovinicu klipa se razlaže na silu u klipnjači F_k (duž ose klipnjače) i normalnu silu F_N (normalno na osu cilindra) kao dva jedina moguća pravca dejstva.

$$F_k = \frac{F_r}{\cos\beta} \quad F_n = F_r \cdot \operatorname{tg}\beta$$

Sila F_N pritiska klip uz zid cilindra i izaziva trenje i habanje klipa i cilindra. Može se smanjiti smanjenjem λ -kin. koeficijenta (čime se smanjuje ugao β) Sila F_k se dalje prenosi duž pravca dejstva na osu letećeg rukavca kolenastog vratila.

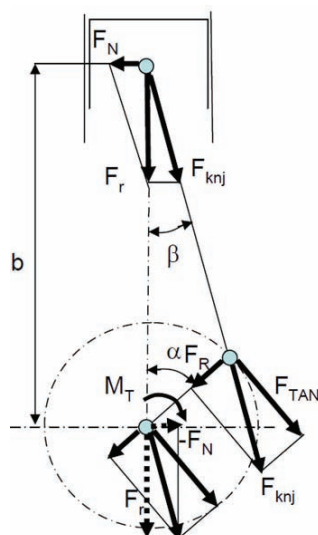
Sila F_k se na letećem rukavcu razlaže na tangencijalnu silu F_{TAN} (pravac tangente na krug obrtanja) i radijalnu silu F_R (deluje radijalno duž kolena i opterećuje ležišta) [3].

$$F_T = \frac{F_r \sin(\alpha + \beta)}{\cos \beta} \quad F_R = \frac{F_r \cos(\alpha + \beta)}{\cos \beta}$$

Tangencijalna sila F_T izaziva obrtni moment koji okreće kolenasto vratilo i savladuje spoljni otpor.

$$M_T = F_T \cdot R \text{ – Indicirani obrtni moment}$$

Na slici 3. je prikazana šema delovanja sila u klipnom mehanizmu.



Slika 3. Prenos sila kroz klipni mehanizam

4. METODA ISTRAŽIVANJA I REZULTATI

Polazna osnova ovog istraživanja su podaci dobijeni pomoću softverskog paketa Ricardo WAVE.

Ricardo WAVE je softverski paket koji se nalazi na vodećoj poziciji na tržištu u domenu simulacije motora i gasne dinamike.

Koristi se širom Sveta u sledećim industrijskim granama: proizvodnja putničkih vozila, motocikala, teretnih vozila, lokomotiva, moto sportu, pomorstvu i proizvodnji agregata za električnu energiju. Softver omogućava simulaciju performansi u zavisnosti od karakteristika motora, usisnog i izduvnog sistema, sagorevanja i omogućava simulaciju ponašanja u vozilu pomoću modela prenosnog sistema.

Parametri motora su sledeći:

Četvorocilindrični, četvorotaktni OTO motor

Radna zapremina 1997,4 cm³

Prečnik × hod klipa: 85×88 mm

Kompresioni odnos: 9:1

Kinematski faktor $\lambda_k=0,29$

Poluprečnik kolenastog vratila R=44 mm

Dužina klipnjače L=150 mm

Redosled paljenja:1-3-4-2

Za potrebe istraživanja su izvedeni P- α dijagrami za različite brojeve obrtaja kolenastog vratila, i za različita opterećenja na određenom broju obrtaja. Konkretno vrednosti su prikazane u tabeli 1.

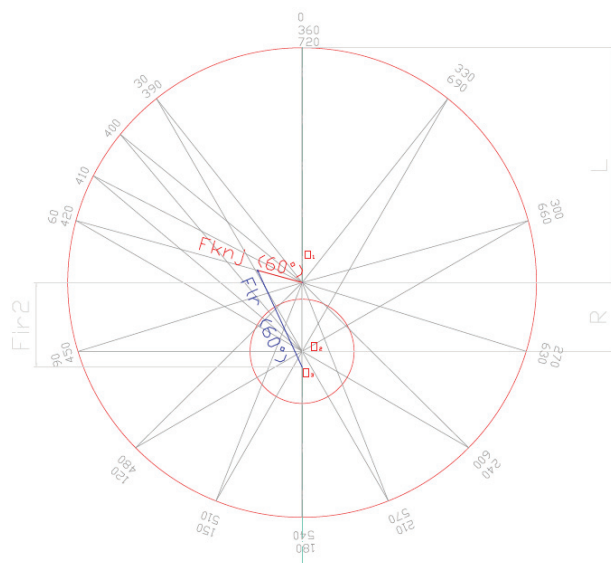
Broj obrtaja KV [min ⁻¹]	Opterećenje [%]
1000	100
3000	23
3000	50
3000	100
6000	100

Tabela 1. Vrednosti opterećenja i broja obrtaja koji se koriste pri konstrukciji dijagrama habanja

5. KONSTRUKCIJA POLARNIH DIJAGRAMA

Sila koja deluje na leteći rukavac (F_{lr}) se grafički nanosi na polarni dijagram u zavisnosti od intenziteta i ugla kolenastog vratila. Sila F_{lr} je vektorski zbir sile u klipnjači (F_{knj}) i sile rotacionih masa (F_{ir2}).

Na dijagram se nanose sile koje deluju u klipnjači na odgovarajuće pozicije na dijagramu koje simbolizuju klipnjače u pojedinim uglovima zakrenutosti kolenastog vratila. Zatim se na dijagram unosi sila F_{ir2} i nakon toga se vektorski sabira sa silom u klipnjači i tako se dobija rezultujuća sila koja deluje na leteći rukavac kolenastog vratila F_{lr} . Povezivanjem krajnjih tačaka sila F_{lr} se dobija polarni dijagram sila. Sve sile se nanose u određenoj razmeri koja je u ovom slučaju 163,87 N/mm. Na slici 4. su prikazani osnovni elementi konstruisanja polarnog dijagrama.



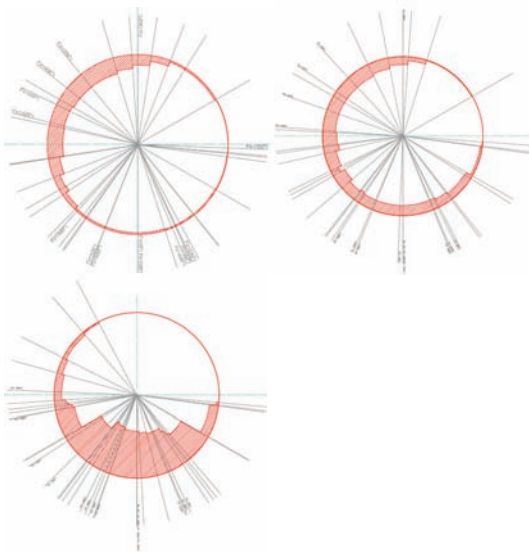
Slika 4. Konstruisanje polarnog dijagrama

6. DIJAGRAMI HABANJA LETEĆEG RUKAVCA

Polarni dijagrami opterećenja letećih rukavaca kolenastog vratila se mogu koristiti za konstruisanje uslovnih dijagrama habanja rukavaca. Na ovaj način se mogu odrediti najopterećeniji i najrasterećeniji delovi rukavaca da bi se pravilno pozicionirali otvori za podmazivanje. Sem toga, dijagrami slikovito pokazuju habanje po celom obimu rukavca, pod pretpostavkom da je habanje određeno silama koje deluju na rukavac.

Dijagram habanja se konstruiše na osnovu polarnog dijagrama. Prvi korak pri konstruisanju dijagrama habanja je crtanje kružnice koja predstavlja rukavac. Kružnica

može biti proizvoljnih dimenzija, u konkretnom slučaju za ovaj rad je poluprečnik 150 mm. Zatim se resultantna sila sa polarnog dijagrama paralelno pomera, tako da smer vektora pokazuje prema centru kruga. Pretpostavka je da svaka sila izaziva habanje u regionu od 60° sa obe strane sile. Dubina habanja je proporcionalna intenzitetu sile, u ovom slučaju je to $0,000378 \text{ mm/N}$. Habanje se obeležava od kružnice ka unutrašnjosti kruga. Nakon habanja nastalog od intenziteta prve nanesene sile sledi nanošenje sledeće sile. Ukoliko se regioni dejstva sile i habanja poklapaju, habanja se sabiraju tako što se u tim regionima dubina habanja sabira. Nakon unosa dejstva svih sila dobija se uslovni dijagram habanja, a u sredini najmanje opterećenog regiona rukavca se pozicionira otvor za podmazivanje koji u ovom slučaju nije ucrtavan zbog prirode istraživanja koje podrazumeva više od jednog režima rada. Na slici 5. prikazani su dijagrami habanja za različite brojeve obrtaja.



Slika 5. Dijagrami habanja za 100% opterećenja i redom 1000 min^{-1} , 3000 min^{-1} i 6000 min^{-1}

7. ZAKLJUČAK

Uočeno je da presudan uticaj na intenzitet habanja rukavaca ima karakter promene sile pritiska gasova i inercijalnih sila.

Posebno je izražen uticaj inercijalnih sila rotirajućih masa pri viskim brzinama obrtanja kolenastog vratila, gde je evidentno masivno veće istrošenje letećih rukavaca u odnosu na niže brzine obrtanja. Neravnomernost habanja po obimu rukavca je promenljiva u odnosu na broj obrtaja kolenastog vratila.

8. LITERATURA

[1] Miodrag C. Živković, Motori sa unutrašnjim sagoravanjem II deo, Konstrukcija motora II sveska, II izdanje, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1990.

[2] Prof. dr. sc. Damir Jelaska, Elementi strojeva, Sveučilište u Splitu, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, 2005.

[3] Konstrukcija motora SUS, slajdovi, Mašinski fakultet Beograd



Vanja Dragosavljević rođen je u Novom Sadu 1983.god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva odbranio je 2014.god.

Prikaz hardvera E2LP, univerzalne platforme za izučavanje ugrađenih računarskih sistema

Jovan Đukić, Stevan Bogić, Dušanka Dimovski, Miloš Pilipović

Sadržaj — U ovom radu je prikazana fizička arhitektura univerzalne platforme za izučavanje ugrađenih računarskih sistema, zasnovane na FPGA integrisanom kolu. E2LP (Embedded Engineering Learning Platform) razvojna platforma je namenjena za izvršavanje laboratorijskih vežbi sa raznim interfejsima povezanim na FPGA i periferijama koje se nalaze na platformi. Platforma može biti korišćena za više kurseva u oblasti projektovanja digitalnih i računarskih sistema, i razvoja programske podrške. Platformi je moguće pristupiti i putem interneta, preko servera koji se nalazi u laboratoriji, na koji je ploča povezana. Preko mezzanine konektora osnovna ploča komunicira sa dodatnim pločama čime se lako otvara mogućnost novih vežbi na periferijama dodate ploče.

Ključne reči — Ugrađeni računarski sistemi, FPGA, digitalni sistemi.

I. UVOD

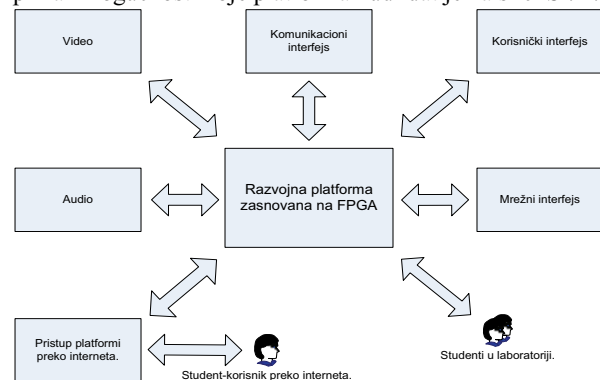
ESTA ideja vodilja u obrazovanju inženjera za razvoj sistema zasnovanih na računaru jeste upoznavanje sa različitim sistemima i periferijama, kroz praktičan rad u laboratorijama. Kako ugrađeni računarski sistemi postaju sve kompleksniji, usložnjavaju se i zahtevi u vezi sa obrazovanjem i profilisanjem inženjera. Razvoj savremenih računarskih sistema podrazumeva niz prethodno stečenih iskustava u radu sa raznolikim elektronskim komponentama, različitog nivoa složenosti, kao i poznavanja širokog varijeteta sprege i sučelja među njima. Za potrebe sticanja praktičnih iskustava važan je neposredan rad sa razvojnim okruženjima i odgovarajućom programskom podrškom, koja kao podrška proizvođača prate praktično sve elektronske naprave na tržištu. U ovom radu opisana je razvojna platforma koja prati nastavni program na studijama računarske tehnike i računarskih komunikacija, na kojoj je iskorišćen FPGA kao blok za manipulisanje ulaznim i izlaznim audio i video signalima i

podacima. Za svaki interfejs realizovan na platformi postoji odgovarajući integrisani prijemnik, a svaki prijemnik je direktno povezan na FPGA sa određenim brojem komunikacionih linija.

Rad je organizovan u pet poglavlja. U II poglavlju dat je koncept univerzalne platforme za izučavanje ugrađenih računarskih sistema, u III je dat opis fizičke arhitekture, u IV je ukratko opisana mogućnost pristupa platformi na daljinu, tj preko računara koji se nalazi na drugom mestu i u V poglavlju je dat zaključak.

II. KONCEPT UNIVERZALNE PLATFORME ZA IZUČAVANJE UGRAĐENIH RAČUNARSKIH SISTEMA

E2LP (Embedded Engineering Learning Platform) projekat [1] je pokrenut sa glavnom idejom da se obezbedi jedinstvena platforma [2]- [4] koja će pokriti kompletan proces izučavanja ugrađenih računarskih sistema. Ovom razvojnom platformom potrebno je omogućiti studentima da, izvođenjem eksperimenata i vežbi na njoj, uvećaju svoja praktična znanja u vezi projektovanja ugrađenih računarskih sistema, audio i video interfejsa, kao i mrežnih i komunikacionih interfejsa. Stečena znanja neophodna su za rad u odgovarajućoj industriji gde je potražnja za inženjerima sa navedenim znanjima sve veća zbog povećane uloge i upotrebe ugrađenih računarskih sistema u različitim aplikacijama u industriji. Jedinstvena platforma, sa svim datim interfejsima na njoj, čime je pokriven kompletan ciklus vežbi za nekoliko nastavnih programa, predstavlja ne samo uštedu u novcu (umesto kupovine više razvojnih ploča koristi se samo jedna), već i značajnu uštedu u vremenu jer studenti ne moraju za svaki novi kurs da se upoznaju sa novom platformom i novim softverskim alatima, nego odmah uče bitnu materiju predmeta. Grafički prikaz mogućnosti koje platforma nudi dat je na slici Sl. 1.



Sl. 1. Grafički prikaz mogućnosti koje platforma nudi.

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, projekat TR32030

Jovan Đukić, Fakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (telefon: 381-21-4801118; e-mail: jovan.djukic@rt-rk.com).

Stevan Bogić, Istraživačko-razvojni institut RT-RK, Narodnog fronta 23a, 21000 Novi Sad, Srbija (telefon: 381-21-4801294; e-mail: stevan.bogic@rt-rk.com).

Dušanka Dimovski, Istraživačko-razvojni institut RT-RK, Narodnog fronta 23a, 21000 Novi Sad, Srbija (telefon: 381-21-4801119; e-mail: dusanka.dimovski@rt-rk.com).

Miloš Pilipović, Istraživačko-razvojni institut RT-RK, Narodnog fronta 23a, 21000 Novi Sad, Srbija (telefon: 381-21-4801138; e-mail: milos.pilipovic@rt-rk.com).

NAPOMENA:

a) Ovaj rad proistekao je iz master rada Jovana Đukića. Mentor je bio prof. dr Nebojša Pjevalica.

b) Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2013.

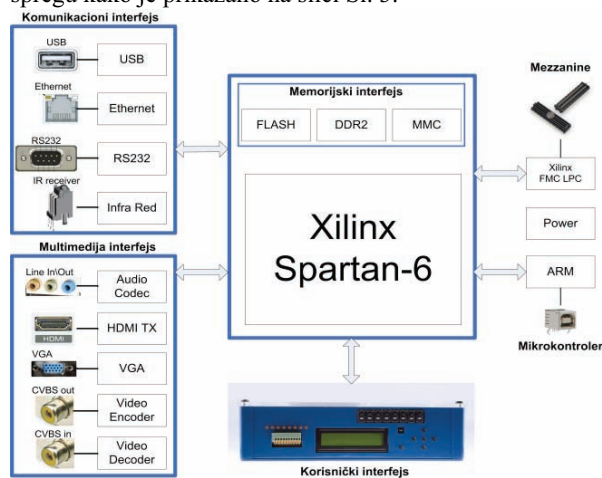
Obzirom da je pristup opremi u laboratoriji vremenski ograničen i da studenti koji se školuju na daljinu uopšte nemaju mogućnost korišćenja laboratorije jedna od značajnih mogućnosti koju donosi ova razvojna platforma jeste pristup platformi na daljinu.

Neke od funkcija koje platforma obezbeđuje su:

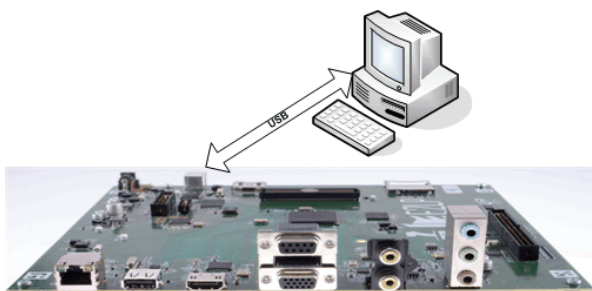
- Programiranje ugrađenih računarskih i mikroprocesorskih sistema.
- Digitalna obrada signala (audio, video i podataka),
- Projektovanje digitalnih sistema.
- Računarske mreže i interfejsi.
- Pristup na daljinu pomoću USB-a (universal serial bus) preko mreže i računara.

III. FIZIČKA ARHITEKTURA UREĐAJA

Fizička arhitektura uređaja se može podeliti ne nekoliko logičkih celina. Pojedini interfejsi su grupisani u zajedničke blokove po kriterijumu sličnosti funkcija koje obavljaju i njihova realizacija će biti detaljnije opisana, u okviru odgovarajućih blokova, za svaki interfejs pojedinačno. Blok šema razvojne ploče sa spartan-6 FPGA kolom kao centralnom jedinicom na koju su povezani interfejsi i periferije data je na slici Sl. 2. Konfigurisanje FPGA može biti izvedeno na dva načina. Iz fleš memorije, koja je prethodno isprogramirana i preko računara, tj. mikrokontrolera kojem računar pristupa koristeći USB spregu kako je prikazano na slici Sl. 3.



Sl. 2. Blok šema razvojne ploče.



Sl. 3. Programiranje ploče pomoću računara.

A. Xilinx Spartan-6

Kao centralna komponenta sistema koristi se Xilinx FPGA integrisano kolo iz familije Spartan-6 sa oznakom XC6SLX45 namenjeno za primanje sadržaja sa periferija i slanja na periferije, pri čemu koristi DDR2 za privremeno smeštanje sadržaja, na primer video tokova koji se prosleđuju na HDMI izlaz. Iz tog razloga, na slici Sl. 2 FPGA je prikazan u zajedničkom bloku sa DDR2 i fleš memorijom iz koje se konfiguriše. Sa korišćenim kućištem FGG676 korisniku su na raspolaganju 358 ulazno-izlaznih pinova koji omogućavaju direktno povezivanje FPGA na sve periferne blokove. Izlazni pinovi su takvi da se mogu konfigurisati da podrže razne standardne interfejse. Pojedinačni izlazi mogu biti LVCMOS, LVTTTL, HSTL, SSTL, PCI, dok diferencijalni mogu biti LVDS, RSDS, TMDS, diferencijalni HSTL i SSTL, sa odgovarajućim terminacijama na čipu. Spartan-6 ima ugrađeni kontroler blok za rad sa DDR2 memorijom i podržava protok do 800 Mb/s. Uz FPGA koristi se i odgovarajući PROM sa oznakom XCF16P veličine 16Mb koji je programabilan i služi za smeštanje koda za konfigurisanje FPGA.

B. Mikrokontroler

Mikrokontroler na ovoj platformi ima mogućnost upravljanja korisničkim interfejsom, kao i mogućnost programiranja FPGA, što će biti detaljnije objašnjeno u poglavlju IV. Korišćen je Philips LPC2144 zasnovan na 16-bit/32-bit ARM-u (advanced reduced instruction set computing machine). Veličina memorije mikrokontrolera je 16kB RAM-a i 128kB fleš memorije, takt je na 60MHz. Analogni ulazi i izlazi podržani su korišćenjem 10-bitnih AD i DA konvertora. Neki od ugrađenih interfejsa su SPI, UART. Potpuno je kompatibilan sa USB2.0 interfejsom, pomoću kojeg i ostvaruje komunikaciju sa računarom. Preko I2C-a i odgovarajućih kola kontroliše korisnički interfejs, a ima i opciju programiranja FPGA uključeno u lanac za programiranje.

C. Memorijski interfejsi

Za smeštanje i čuvanje podataka predviđeno je nekoliko opcija. Dinamička memorija, DDR2 kapaciteta 2 Gb (128M x 16), model MT47H128M16-3, čija je namena privremeno čuvanje video sadržaja koji će biti prikazan na nekom od izlaznih interfejsa. DDR2 memorijski blok je spregnut na kontroler realizovan u FPGA koji je sastavni deo paketa podrške proizvođača. Pored nje, postoji i fleš memorija, kapaciteta 256 Mb, koja koristi SPI (serial peripheral interface) spregu za komunikaciju sa FPGA. Takođe predviđeno je i korišćenje MMC (multimediacard) kartice za smeštanje raznih podataka. MMC je na FPGA povezana direktno, komunicira pomoću SPI protokola.

D. Komunikacioni interfejs

Postoji četiri komunikacione sprege za razmenu podataka između razvojne ploče i računara:

- RS-232 je predviđen za serijsku komunikaciju. Konektor za serijsku komunikaciju je preko odgovarajućeg, primopredajnika ADM3232, koji ima i ulogu prilagođenja naponskih nivoa, povezan

- na FPGA. Ostvarena komunikacija je sa protokom podataka do 460 kbps.
- b) Infra-crveni prijemnik, proizvođača Vishay Semiconductor, oznake TSOP34836RF1, je minijaturni prijemnik za daljinsko upravljanje, direktno povezan na FPGA. Radi na frekvenciji od 36kHz.
 - c) USB 2.0 interfejs je takođe predviđen na razvojnoj platformi. Konekcija USB-a na FPGA omogućena je brzim primopredajnikom, USB3300, koji smanjuje broj pinova potrebnih za komunikaciju na fizičkom nivou sa FPGA na 12, koristeći ULPI interfejs. Odgovarajući interfejs dozvoljava USB3300 da radi kao host, device i OTG (On-The-Go) bez dodatnih pinova.
 - d) Od komunikacionih interfejsa na ploči postoji još i Ethernet. Sprega ulaznog Ethernet signala sa FPGA omogućena je brzim primopredajnikom, proizvođača Intel, sa oznakom LXT972M, koji obezbeđuje MII (Media Independent Interface). LXT972M podržava protok od 10/100 Mbps.

E. Multimedija interfejs

Razvojna ploča podržava rad sa različitim formatima analognih video ulaza i izlaza, kao i video izlaza visoke rezolucije. Postoji takođe i audio podsistem.

Među podržanim video formatima nalazi se:

- a) CVBS (Color, Video, Blanking, and Sync), analogni video, tipične rezolucije 480i ili 576i. Preko RCA (Radio Corporation of America) konektora dati su CVBS ulaz i izlaz. CVBS ulaz je realizovan pomoću 10-bitnog dekodera ADV7180 proizvođača Analog Device koji automatski detektuje i konvertuje standardni NTSC/PAL/SECAM analogni video signal. Podržani formati na ulazu su CVBS, YprPb i RGB koji se konvertuju u 4:2:2 komponentni video kompatibilan sa 8-bitnim ITU-R BT.656 standardom koji predstavlja interfejs dekodera prema FPGA. CVBS izlaz je realizovan koristeći enkoder ADV7343 proizvođača Analog Devices koji obrađuje signal koristeći 11-bitni digitalno-analogni konvertor. Podržani standardi su NTSC/PAL. Podržani video formati na ulazu su 4:2:2 i 4:4:4 YCrCb i 4:4:4 RGB, a na izlazu CVBS, YPrPb i RGB. U zavisnosti od aktivne rezolucije koriste se različiti standardi za definisanje interfejsa enkodera ka FPGA.
- b) VGA (Video Graphics Array), analogni video, realizovan preko 15-pinskog DE-15 VGA konektora, i integrisanog kola ADV7125 proizvođača Analog Devices, koje ima tri odvojena 8-bitna porta, tj tri ulaza sa 8bitnim digitalno-analognim konvertorima. Sa magistralom koja ima 24 signala koji nose podatke i kontrolnim signalima povezuje se na FPGA. Podržana rezolucija za kompjuterski standard je 640x480, kao i za video visoke rezolucije 1080p.
- c) HDMI sprega (High-Definition Multimedia Interface), koja služi za prenos digitalnog audio i

video signala. Korišćena je verzija 1.4 koja podržava maksimalnu rezoluciju do 3840x2160, odnosno 4096x2160. HDMI interfejs je realizovan standardnim HDMI konektorom i predajnikom ADV7511 proizvođača Analog Devices. Podržani formati digitalnog video signala su RGB, YCbCr, pri čemu se za spregu sa FPGA koristi jednostavni digitalni protokol zasnovan na ITU656. Od digitalnih audio formata podržani su SPDIF za stereo LPCM (Linear pulse-code modulation) ili kompresovani audio do 192 kHz i 8-kanalni nekompresovani LPCM I2S takođe do 192 kHz.

Audio podsistem na razvojnoj platformi realizovan je ADAU1772 kodekom, koji ima četiri ulaza sa četiri analogno-digitalna konvertora i dva izlaza sa dva digitalno-analogna konvertora, svi konvertori su 24-bitni. Učestanost odabiranja je do 192 kHz. Audio podsistem omogućava izvođenje vežbi na razvojnoj platformi sa zvučnikom, mikrofonom i slušalicama.

F. Korisnički interfejs

Komunikacija korisnika sa razvojnom platformom omogućena je korisničkim interfejsom kojim su korisniku date mogućnosti korišćenja 8 LED (Light-emiting diode) crvene boje, 8 prekidača, 5 tastera opšte namene i jednog koji služi kao reset celog sistema, zatim LCD (Liquid-crystal display) sa dva reda od po 16 karaktera, kao i 8 konektora sa mogućnošću priključenja žica.

G. Mezzanine

Deo ulazno-izlaznih pinova FPGA predviđen je za komunikaciju sa pločama koje bi se naknadno mogle priključiti na razvojnu platformu. Kako ulazno-izlazni pinovi FPGA imaju mogućnost konfigurisanja na više načina jasno je da se lako prilagođavaju raznim interfejsima koji se nalaze na ploči koja se priključuje na našu. Odabrani standard za proširenje platforme (u smislu unificiranja interkonekcija i mehaničkog koncepta i gabarita dodatnih pločica) je FMC (FPGA Mezzanine Card) standard predložen od strane udruženja koje čine proizvođači FPGA kola. FMC standard definiše dve različite dimenzije ploča koje se priključuju na glavnu. To su ploče dimenzije 69mm x 76.5mm koja podržava jedan konektor i 139mm x 76.5mm koja podržava do dva konektora. Postoje dva različita konektora koji se koriste kao FMC standard. To su LPC (Low Pin Count), konektor koji ima 160 pinova, od toga 68 signala koji dolaze sa FPGA i kontrolne signale, kao i JTAG signale i HPC (High Pin Count) konektor koji ima 400 pinova, od kojih je 160 povezano na FPGA. Na E2LP je primenjen LPC konektor jer u potpunosti zadovoljava potrebe ploča koje su predviđene da se priključe na ovu razvojnu, a to su:

- a) Ploča bazirana na ARM-u sa periferijama kao što su termometar, akcelerometar kao i jednostavni ulazno izlazni interfejsi.
- b) Ploča bazirana na DSP-u (Digital signal processor) Marvell ARMADA 1500 za izvođenje vežbi u vezi digitalne obrade signala (audio, video i podataka).

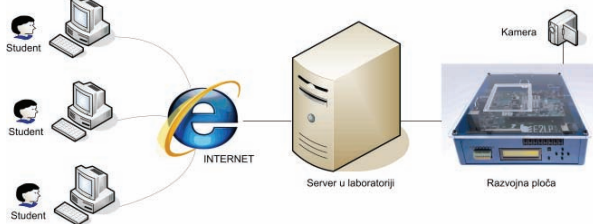
H. Napajanje

Razvojna ploča se napaja sa ulaznih 12V DC, 5A, svi ostali naponi korišćeni na ploči prave se od ulaznog korišćenjem odgovarajućih pretvarača, DC/DC konvertora.

IV. PRISTUP NA DALJINU

Rad sa odgovarajućom opremom u laboratorijama pruža studentima praktična iskustva koja su izuzetno važan deo obrazovanja. Međutim, laboratorijska oprema je poprilično skupa, a i organizacija korišćenja i pristupa odgovarajućoj opremi često su ograničeni. Potrebe studenata su uglavnom takve da zahtevaju pristup opremi, između ostalog i razvojnoj platformi, bilo kad u toku dana, svakog dana u nedelji, uključujući i pristup sa udaljenog mesta.

Analizirajući zahteve razvijen je koncept koji zadovoljava sve navedene potrebe. Razvojna ploča bazirana na FPGA, uz odgovarajuću hardversku i softversku podršku, pruža mogućnost programiranja i nadgledanja izvršavanja procesa preko interneta. U osnovnom slučaju razvojna ploča je povezana na lokalni server, koji se nalazi u laboratoriji, preko standardnog USB interfejsa, preko kojeg server računar komunicira sa mikrokontrolerom koji se nalazi na razvojnoj ploči. Mikrokontroler ima mogućnost programiranja FPGA, zatim upravljanja korisničkim interfejsom, kao i opciju nadgledanja nivoa svih napona na ploči. Sa druge strane, student se preko interneta, ukoliko ima pristup odgovarajućoj stranici, u svako doba može povezati na server u laboratoriji. Kada se jednom poveže student vidi isti interfejs kao i server koji se nalazi u laboratoriji. Slika Sl. 4 šematski prikazuje način veze između korisnika-studenta i razvojne platforme. U zavisnosti od potreba konkretne vežbe konekcija može uključiti i odgovarajuću dodatnu opremu, tj instrumente. Kamera postavljena u laboratoriji pruža uvid u stanje ploče kao i mogućnost čitanja sa instrumenata.



Sl. 4. Pristup na daljinu.

V. ZAKLJUČAK

Razvojnou platformom opisanom u ovom radu pokriven je ceo jedan ciklus vežbi vezanih za ugrađene računarske sisteme, digitalnu obradu signala, digitalne sisteme, sistemsko i aplikativno programiranje, kao i računarske mreže i interfejse. Pristup na daljinu daje mogućnost korišćenja i onim studentima koji ovu ploču nemaju kod sebe, ukoliko imaju pristup odgovarajućoj, internet stranici, i čini ovu opremu uvek dostupnom. Razvojna ploča ostavlja mogućnost da se bilo koja ploča koja koristi konektor koji zadovoljava FMC LPC standard priključi na nju i sa sopstvenim periferijama donese nove funkcionalnosti celokupnom sistemu.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, projekat TR 32030.

REFERENCES

- [1] www.e2lp.org.
- [2] M. Temerinac, I. Kastelan, K. Skala, B. Medved Rogina, L. Reindl, F. Souvestre, M. Anastassova, R. Szcwcyk, J. Piwinski, J. R. Lopez Benito, E. A. Gonzalez, N. Teslic, V. Sruk, M. Barak, "E2LP: A Unified Embedded Engineering Learning Platform," in *IEEE Digital System Design (DSD), Euromicro Conference*, Los Alamitos, CA, USA, 2013, pp. 266-271.
- [3] I. Kastelan, M. Barak, V. Sruk, M. Anastassova, M. Temerinac, "An Approach to the Evaluation of Embedded Engineering Study Programs," in *IEEE Information & Communication Technology Electronics & Microelectronics (MIPRO)*, Opatija, 2013, pp. 742-747.
- [4] I. Kastelan, N. Teslic, M. Temerinac, "Generic Processor for Unified Computer Engineering Learning Platform," in *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Berlin, 2013, pp. 652-655.

ABSTRACT

This paper presents a hardware architecture of a unified embedded engineering learning platform, based on FPGA. Development platform is designed to perform laboratory exercises related to various interfaces connected to FPGA and peripherals that are found on the platform. This platform is created as universal and can be used for several courses in the area of digital and computer system design. It is possible to access the platform via the internet, using a server that is located in the laboratory, connected to the platform. Over the mezzanine connector, base board can communicate with additional boards which gives additional possibilities for exercises.

HARDWARE ARCHITECTURE OF A UNIFIED EMBEDDED ENGINEERING LEARNING PLATFORM

Jovan Đukić, Stevan Bogić, Dušanka Dimovski, Miloš Pilipović

**PROTOKOLI I MREŽNE STRUKTURE – SIP I IMS
PROTOCOLS AND NETWORK STRUCTURES – SIP AND IMS**Nikola Đurković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – *Razvoj Interneta i mogućnosti prenosa glasa preko istog, uz konvergenciju fiksnih i mobilnih mreža doveli su do stvaranja nove mrežne strukture IMS, zasnovane na SIP protokolu, koja je zbog horizontalne realizacije i mogućnosti koje pruža brzo postala vodeća platforma i jezgro NGN. U ovom radu upoznaćemo se sa osnovama IMS sistema i dodatnim uslugama koje se pružaju korisnicima.*

Abstract – *The development of the Internet and the possibility of voice transmission over IP, with fixed-mobile networks convergence have led to the creation of a new IMS network structure, based on the SIP protocol that, due to the horizontal realization and possibilities which it provides, rapidly became the leading platform and core of NGN. In this paper, we will introduce the basics of IMS system and additional services which are available to users.*

Ključne reči: *Internet, fiksne i mobilne mreže, IMS, SIP, NGN, dodatne usluge.*

1. UVOD

Razvoj interneta pokrenuo je pravu revoluciju na polju komunikacija. Iako namenjen prvenstveno za prenos podataka, njegovim širenjem dolazi do porasta interesovanja za prenosom govora u realnom vremenu putem IP mreže. Osnovna ideja je bila da se govor prenese u formi komprimovanih paketa podataka, čime bi se postigla ušteda u opremi i smanjila količina resursa potrebna za prenos govora. Međutim, prenos govora preko IP mreže doneo je brojne probleme i tehničke izazove koje je trebalo rešiti da bi se omogućila komunikacija na zadovoljavajućem nivou (propusni opseg, gubitak paketa, kašnjenje, *jitter* itd.).

Neophodno je bilo unaprediti signalizaciju, jer SS7 protokol stek, iako uspešan u prenosu govora, nije se najbolje pokazao na nova proširenja koja bi omogućila prenos celokupne multimedije. Prelaskom na IP protokol, kao nosioca podataka u transportnim mrežama, dolazi do razvijanja novih protokola mnogo pogodnijih za novonastale okolnosti: SIP i H.323. Zbog svoje jednostavnosti i fleksibilnosti SIP protokol je glavni protokol za signalizaciju u okviru IMS sistema.

Cilj stvaranja IMS (*IP Multimedia Subsystem*) sistema bio je omogućavanje i unapređenje multimedijalnih mobilnih usluga u realnom vremenu – naprednih govornih usluga (*rich voice*), video telefonije, konferencije, razmene

NAPOMENA:

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

poruka i *push* usluge. Ove komunikacijske usluge omogućene su krajnjim korisnicima kroz upravljanje i pregovaranje sesijama, upravljanjem kvalitetom usluge i mobilnošću.

Tipovi pristupa koje podržava IMS: širokopolasni višestruki pristup s kodnom raspodelom (WCDMA), opšte paketne radio usluge (GPRS), višestruki pristup sa kodiranom raspodelom po vremenu i učestanosti (CDMA 2000), bežičnu lokalnu mrežu (WLAN) [1].

2. RAZVOJ I SASTAV IMS

Regionalna tela za standardizaciju - ETSI, ARIB, CWTS, TTA i TTC, formirala su Projekat za standardizaciju 3GGP, koji razvija tehničke specifikacije za 3G sisteme utemeljene na GSM i WCDMA. Tehničke specifikacije za 3G sisteme utemeljene na ANSI/TIA/EIA-41 mrežama i CDMA2000 radio tehnologiji razvio je drugi međunarodni Projekat za standardizaciju, 3GGP2. U skladu sa očekivanjima, 3G sistemi omogućavaju spajanje Interneta i sveta telekomunikacija. Uvođenjem naprednih radio tehnologija, podržavaju se sve veće brzine prenosa medija, omogućavajući realizaciju multimedijalnih i drugih naprednih usluga utemeljenih na IP tehnologiji. Razvojem standardizacije 3G sistema, pored dva mrežna domena poznata još iz 2G sistema – za paketsku i komutaciju kanala definisan je i treći, multimedijalni domen poznat kao multimedijalni podsistem utemeljen na Internet protokolu, tj. IP multimedijalni podsistem - IMS [1].

IMS se sastoji od dva glavna modula: *Telephony Softswitch* i *IMS Multimedia Telephony* pomoću kojih je implementirana horizontalna slojevita struktura, koja funkcionalnost razdvaja na tri nivoa - aplikacioni, kontrolni i nivo konektivnosti. Aplikacioni nivo u opštem slučaju sadrži: aplikacione i *content* servere, kao i okruženje za razvoj aplikacija, a namena mu je obezbeđivanje naprednih servisa krajnjem korisniku. Kontrolni nivo obuhvata servere za kontrolu mreže koji su zaduženi za uspostavljanje, modifikaciju i raskidanje poziva ili sesije. Kontrolni serveri takođe obavljaju funkcije kao što su upravljanje mobilnošću, bezbednosti i *interworking* sa eksternim mrežama na nivou kontrolne ravni. Nivo konektivnosti obuhvata rutere, svičeve, *media gateway*-e, medija servere kao i ostale elemente korisničke ravni. Preko rutera i svičeva je omogućen transport saobraćaja iz kontrolne i korisničke ravni. *Media gateway*-i omogućuju *interworking* između različitih tehnologija za prenos i *interworking* između različitih vrsta medija. Glavna prednost ovakve arhitekture je razdvajanje različitih nivoa s obzirom na funkcionalnost i tehnologiju samih platformi. Arhitektura dozvoljava da se svaki nivo razvija u skladu sa potrebama

i mogućnostima tog nivoa, odnosno tehnologije i standarda. Osim toga, arhitektura omogućava proširenje mreže u skladu sa potrebama za određeni slučaj primene.

3. MOGUĆNOSTI IMS-A

IMS omogućava:

- Komunikaciju čovek-čovek (u paketskoj mreži) po principu stalne prisutnosti na vezi;
- Komunikaciju čovek – mašina;
- Komunikaciju mašina – mašina;
- Konvergenciju svih medijskih komunikacija na paketskoj mreži;
- Multimedijalne komunikacije utemeljene na jednom jedinstvenom rešenju;
- Kontrolu usluga uvođenjem signalizacije za usluge;
- Integrisanu arhitekturu za tarifiranje;
- Brzo stvaranje nove usluge.

Razmena svih vrsta medija dozvoljena je celim tokom trajanja poziva, bez obzira na tip pristupa, tj. terminal koji se koristi. Pre same uspostave veze moguće je proveriti prisutnost osobe koju želimo zvati i odlučiti samo o početnom načinu komunikacije koji zatim možemo menjati tokom iste veze. Usluga se prilagođava terminalu, kao i stanju pristupa, pa je samim tim i upotreba jednostavnija.

4. IMS WESHARE SESSION

Postoje četiri osnovna scenarija ove sesije koji omogućavaju korisnicima da koriste resurse tokom uspostavljenog poziva:

- IMS weShare Image – dozvoljava korisnicima da razmenjuju slike tokom CS (*Circuit Switched call*) poziva.
- IMS weShare Motion – dozvoljava korisnicima da razmenjuju video sadržaj tokom CS poziva. Oba korisnika mogu da šalju i primaju video sadržaj.
- IMS weShare media file – dozvoljava korisnicima da razmenjuju i sačuvane slike i video klipove tokom CS poziva.
- IMS weShare Whiteboard – dozvoljava korisnicima razmenu *whiteboard* aplikacije tokom CS sesije. Korisnici mogu crtati na praznoj podlozi ili selektovati neku od već postojećih slika kao podlogu. Oba korisnika vide kompletan sadržaj slike i mogu učestvovati u njenom pravljenju. Svaki učesnik u komunikaciji može svojevlasno sačuvati sadržaj u bilo kom trenutku [2].

Sa IMS-om svi oblici medija od teksta, govora, video zapisa, slika i bilo koje njihove kombinacije mogući su u realnom vremenu unutar paketske mreže.

Usluge u mobilnoj mreži kao što su govor, usluge temeljene na bežičnom aplikativnom protokolu (WAP – *Wireless Application Protocol*), usluge multimedijalnih poruka (MMS – *Multimedia Messaging Service*), usluge kratkih poruka (SMS – *Short Message Services*) zahtevaju celovit nivo protokola (*protocol stack*) na mrežnom i terminalnom nivou, različit od ostalih usluga. IMS daje jedinstven horizontalni nivo (srednji nivo) na

temelju kojeg je moguće izgraditi širok spektar usluga (od skupa usluga u fiksnim i mobilnim mrežama do usluga u području poslovnih sistema), od najjednostavnijih do složenih, kao što je multimedijalna konferencija.

Standardizovana arhitektura obezbeđuje interoperabilnost i kvalitet usluga koje obezbeđuju različiti proizvođači i operateri. IMS arhitektura omogućuje mehanizme signalizacije za paketske usluge koji obaveštavaju mrežu o tome da korisnik zahteva uslugu.

U potpunosti definisana arhitektura za tarifiranje IMS-a prihvata *pre-paid* i *post-paid* korisnike. Tradicionalne šeme tarifiranja, koje uključuju vreme i trajanje veze, sada su proširene mogućnošću tarifiranja po sesiji, događaju ili po količini sadržaja informacije koja se razmenjuje.

5. DODATNE USLUGE

Opseg dodatnih usluga se povećava svakim danom, ali usluge koje ćemo predstaviti su okosnica IMS sistema. Po svojoj funkciji i karakteristikama dodatne usluge se dele na rezidencijalne korisnike (korisnici u privatnim domaćinstvima) i CENTREX korisnike (biznis korisnici u firmama) [3].

Poziv na čekanju (*Call Waiting*) – omogućava korisniku da, u toku konverzijske faze poziva, primi tonsku informaciju (*call waiting tone*) o drugom dolaznom pozivu, nakon čega korisnik može da stavi postojeći poziv na čekanje i prihvati drugi dolazni poziv, a zatim i da naizmenično aktivira, odnosno stavlja na čekanje bilo koji od ova dva poziva.

Držanje veze (*Call Hold*) – omogućava korisniku da stavi aktivni poziv na čekanje, po potrebi uspostavi novi poziv ka trećem korisniku (bilo da je član IP Centrex grupe ili je u javnoj mreži), a zatim i da naizmenično aktivira, odnosno stavlja na čekanje bilo koji od ova dva poziva.

Preusmeravanje poziva (*Call Forwarding*) – omogućava korisniku da preusmeri dolazne pozive prema drugom korisniku u IP Centrex grupi, prema drugom pretplatniku u javnoj mreži ili na govornu poštu. U zavisnosti od stanja pozvanog korisnika, mora postojati mogućnost da se pozivi preusmeravaju pod sledećim uslovima:

- bezuslovno (*Unconditional*)
- zauzeće pozvanog (*Busy*)
- pozvani ne odgovara (*No Reply*)

Transfer poziva (*Call Transfer*) – omogućava korisniku da aktivan poziv stavi na čekanje, zatim da bira broj drugog korisnika u IP Centrex grupi ili javnoj mreži i da, nakon uspostavljanja drugog poziva izvrši transfer – prespajanje poziva između korisnika sa kojim je imao prvo aktivni poziv i korisnika sa kojim je uspostavio drugi poziv.

Call Park – omogućava korisniku da aktivan poziv stavi u stanje čekanja tako da ga drugi korisnik u IP Centrex grupi može preuzeti (*pick-up*).

Ciljano preuzimanje poziva (*Directed Call Pick-up*) – omogućava korisniku da preuzme dolazni poziv koji je

upućen bilo kom drugom korisniku u IP Centrex grupi biranjem određenog koda i lokalnog broja kome je upućen poziv. Mogućnost preuzimanja poziva mora biti ograničena na određenu grupu korisnika u IP Centrex grupi.

Standardno preuzimanje poziva (*Standard Call Pick-up*) – omogućava istom korisniku da preuzme poziv koji je prethodno stavljen u stanje čekanja (*parked*).

Preuzimanje poziva iz grupe (*Group Call Pick-up*) – omogućava korisniku da preuzme dolazni poziv koji je upućen bilo kom drugom korisniku iz unapred definisane grupe (u okviru IP Centrex grupe) biranjem određenog koda. Preuzima se poslednji dolazni poziv prema bilo kom korisniku.

Privatni plan biranja (*Private Dialing Plan*) – omogućava administratoru IP Centrex grupe da definiše privatni plan biranja za pozive u okviru IP Centrex grupe.

Zabrana odlaznih poziva (*Outgoing Call Barring*) – omogućava administratoru da ograniči određene odlazne pozive (npr. međunarodni pozivi) korisniku u skladu sa postojećim zabranama.

Zabrana dolaznih poziva (*Incoming Call Barring*) – omogućava administratoru da ograniči određene dolazne pozive korisniku.

Identifikacija pozivajućeg (*Calling Line Identification Presentation*) – omogućava pozvanom korisniku da primi identifikaciju (broj) pozivajućeg korisnika.

Zabrana identifikacije pozivajućeg (*Calling Line Identification Restriction*) – omogućava da korisnik za sve ili pojedinačne odlazne pozive onemogućiti prikazivanje sopstvene identifikacije.

Ograničenje odlaznih poziva (*Outgoing Call Barring/Restriction*) – omogućava administratoru IP Centrex grupe da ograniči određene odlazne pozive (npr. međunarodne pozive, *premium rate* i sl.) svim ili određenim lokalima u okviru IP Centrex grupe.

Ograničenje dolaznih poziva (*Incoming Call Barring/Restriction*) – omogućava administratoru IP Centrex grupe da ograniči određene dolazne pozive svim ili određenim lokalima u okviru IP Centrex grupe.

Identifikacija zlonamernog poziva (*Malicious Call Trace*) – omogućava da se za sve dolazne pozive ka korisniku kome je dodeljena ova kategorija beleže CDR zapisi sa posebnom oznakom ili da korisnik nakon uspostavljanja, dolazni poziv označi kao zlonamerni čime će se za taj poziv generisati posebno označen CDR zapis.

Konferencija tri učesnika u vezi (*Three Party Conference*) – omogućava korisniku da u aktivnu vezu uključi i trećeg učesnika, tako da sva tri korisnika međusobno komuniciraju. Ova usluga je povezana sa uslugom *CallHold* jer korisniku mora biti omogućeno da bilo kog učesnika konferencijske veze naizmenično isključuje iz veze (stavljajući njegov poziv u stanje *hold* – držanje veze), odnosno ponovo uključuje u vezu.

Hunt Groups – omogućava administratoru da definiše seriju korisnika u okviru IP centrex grupe na koje će se upućivati dolazni pozivi prema određenom redosledu, pod

uslovom da se nije javio korisnik kome je prethodno pokušano da se uputi poziv.

Skraćeno biranje (*Speed Dialing*) – omogućava korisniku da pridruži skraćene kodove (jednu do dve cifre) najčešće biranim ili drugim brojevima i da pri biranju tih brojeva, umesto celokupnog broja, bira samo skraćeni kod.

Attendant Console – omogućava administratoru da definiše u okviru IP Centrex grupe *Attendant* konzolu (*receptionist*) preko koje se može nadzirati status određenog broja korisnika (npr. slobodan, zauzet, ne uznemiravaj) prihvatiti pozivi upućeni tim lokalima, vršiti transfer poziva i ostale *Boss(Manager)/Secretary* funkcije.

Pristup uslugama i pozivima preko web portala mora da omogući korisniku:

- pregled odlaznih, primljenih i propuštenih poziva
- aktivaciju/deaktivaciju usluga u okviru dodeljenih prava.

Click-to-call – omogućava korisniku da sa *web* portala inicira poziv prema bilo kom broju koji je prikazan u listi poziva, direktno preko SIP klijenta koji je integrisan u *web* portal ili preko SIP klijenta (*SIP phone* ili *SIP softclient*) koji je registrovan kao korisnikov terminal.

Automatski ponovni poziv zauzetom korisniku (*Automatic Callback*) – omogućava korisniku da, po aktiviranju usluge, sistem nadzire status zauzetog pozvanog korisnika iz iste IP Centrex grupe i da, odmah po oslobađanju zauzetog korisnika, automatski uspostavi poziv sa tim korisnikom.

SIP forking (samo za korisnike koji su realizovani preko SIP terminala – SIP telefon, SIP RGW/IAD, *SIP softclient*) – omogućava korisniku da istovremeno registruje više SIP terminala sa istim pretplatničkim brojem. Prilikom dolaznog poziva, poziv se upućuje svim registrovanim terminalima sa istim pretplatničkim brojem. Govorna komunikacija se uspostavlja sa terminalom koji prvi odgovori na poziv, a poziv prema ostalim terminalima se prekida.

Preusmeravanje poziva – pozvani neregistrovan (*Call Forwarding - Unregistered*) – omogućava korisniku da preusmeri dolazne pozive prema drugom korisniku u IP Centrex grupi, drugi broj u javnoj mreži ili govornu poštu, pod uslovom da je terminal pozvanog korisnika neregistrovan.

Muzika na čekanju (*Music on Hold*) – omogućava administratoru IP Centrex grupe da definiše određeni *audio file* (muzika, govorna pošta, reklama i sl.) koji će se za dolazne pozive emitovati pozivajućim korisnicima dok su njihovi pozivi na čekanju iz bilo kog razloga (*call transfer, call hold, call park*).

Karakteristično zvonjenje (*Distinctive Ringing*) – omogućava korisniku da za određene dolazne pozive, koji zadovoljavaju određene kriterijume, imaju različite sekvence pozivnog zvona (npr. razlikuju se spoljni pozivi i pozivi u okviru IP Centrex grupe).

Odbijanje poziva od korisnika koji se ne predstavlja (*Anonymous Call Rejection*) – omogućava korisniku da odbija sve pozive koji dolaze od korisnika koji su onemogućili predstavljanje sopstvene identifikacije. Korisnik koji se ne predstavlja dobija ton zauzeća.

Selektivno odbijanje poziva (*Selective Call Rejection*) – omogućava korisniku da definiše listu pretplatničkih brojeva (*Black List*) tako da svi dolazni pozivi od tih korisnika budu odbijeni.

Kod za autorizaciju (*Authorization Codes*) – omogućava korisniku da uspostavlja određene odlazne pozive (npr. pozive prema PSTN ili međunarodne pozive) samo ako je prethodno birao odgovarajući kod za autorizaciju.

Automatska sekretarica (*Auto Attendant*) – obezbeđuje funkciju automatske sekretarice koja odgovara na pozive i pozivajućem korisniku reprodukuje poruku kojom mu nudi različite opcije za usmeravanje poziva (npr. 1- poziv se upućuje na operatora, 2- prodaja, marketing itd).

Tarifni kodovi (*Account/Billing Codes*) – omogućava korisniku da prilikom uspostavljanja poziva bira određeni tarifni kod (*billing codes*) na osnovu koga će se njegovi odlazni pozivi razvrstati u unapred definisane *billing* grupe (npr. privatni i službeni pozivi, pozivi u okviru različitih projekata) [3].

Ovo su samo neke od usluga omogućenih IMS sistemom, koji pruža širok spektar mogućnosti za implementaciju novih aplikacija, što ide na ruku kako operaterima tako i korisnicima usluga.

6. ZAKLJUČAK

Pojava IMS-a u jezgru mreža uspostavlja "all-IP" put sa kraja na kraj veze, što nas dovodi do sasvim novog koncepta u realizaciji korisničkih usluga. Horizontalnom slojevitošću dolazi do razdvajanja funkcionalnosti mreže na slojeve, iz čega proizilazi mogućnost realizacije servisa nezavisno od pristupa koji se koristi [4].

IMS omogućava i jednostavnu implementaciju niza servisa: *presence*, PoC (*Push to talk Over Cellular*), *multimedia messaging*, *multimedia muliparty conferencing*, VCC (*voice call continuity*), *enterprise servisi* (IP Centrex), *file sharing*, video, *location-based servisi*, *active addressbook* itd [5].

U centru konvergencije fiksnih i mobilnih mreža, a kao posledica niza preporuka tela za standardizaciju ETSI/TISPAN, 3GGP, 3GGP2 nalazi se IMS sistem.

Kao fleksibilna servisna platforma orjentisana je ka potrebama korisnika, nudeći im nove inovativne servise, ali i potrebama telekom operatera kroz smanjivanje troškova usled održavanja više mreža i uvođenjem novih servisa [6].

Kada se konvergencija završi, jednim terminalom bićemo u mogućnosti da pristupimo svim servisima kako fiksne i mobilne telefonije, tako i Interneta.

7. LITERATURA

[1] http://www.ericsson.com/hr/etk/revija/Br_1_2005/protokol_za_pokretanje_sesije.pdf, februar 2014.

[2] Ericsson student book, „*IMS Overview*“, course book LZT123 8314 R1A

[3] Glavni projekat za izgradnju mreža *softswitch-a* klase 5 u Beogradu i Novom Sadu, *Telekom Srbija*

[4] <http://www.infoteh.rs.ba/rad/2011/B-I/B-I-8.pdf>, februar 2014.

[5] Aruan Handa, "System engineering for IMS networks", 2009

[6] <http://www.e-drustvo.org/proceedings/YuInfo2007/html/pdf/104.pdf>, februar 2014.

Kratka biografija:



Nikola Đurković rođen je u Vrbasu 1977. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacije odbranio je 2014. godine.

UPRAVLJAČKI UREĐAJ ZA SOLARNO GREJANJE SANITARNE VODE CONTROL UNIT FOR SOLAR HEATING OF DOMESTIC HOT WATER

Tobolka Daniel, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je sistem za solarno zagrevanje sanitarne vode. Centralni deo rada je upravljački uređaj čija je funkcija upravljanje cirkulacionom pumpom. Uređaj je isprojektovan i realizovan je prototip. Prototip je ispitivan u laboratorijskim uslovima.

Abstract – This paper describes a system for a solar domestic hot water. The central part of this paper is a control unit, whose function is to control the circulation pump. The device has been designed and implemented as a prototype. This prototype has been laboratory tested.

Ključne reči: upravljački uređaj, kolektor, bojler

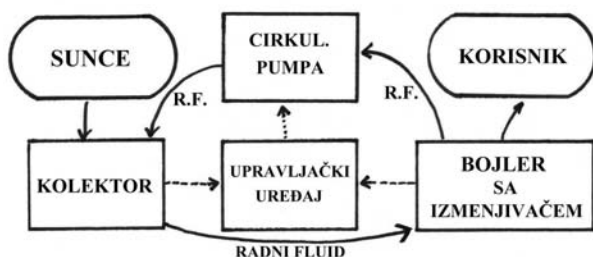
1. UVOD

Sunce emituje energiju u obliku elektromagnetnog zračenja, zračenje prolazi kroz atmosferu i deo tog zračenja stiže do kolektora, kolektor se zagreva i predaje toplotu radnom fluidu, radni fluid se transportuje do izmenjivača i izmenjivač predaje toplotu vodi u bojleru. Radni fluid se transportuje pomoću cirkulacione pumpe [1]. Pumpa treba da se uključuje samo kada na kolektor pada dovoljna energija da ga zagreje na temperaturu veću od temperature vode u bojleru.

Temperature kolektora i vode u bojleru se mere pomoću dva termometra i njihovi signali se dovode na ulaz upravljačkog uređaja. Na osnovu tih signala upravljački uređaj uključuje ili isključuje cirkulacionu pumpu. Bez upravljačkog uređaja, cirkulaciona pumpa bi stalno radila, što bi dovelo do neželjenog hlađenja vode u bojleru tokom nedovoljne osunčanosti kolektora [2]. Stoga je upravljanje neophodno za funkcionisanje sistema za zagrevanje vode. Tema ovog rada je realizacija prototipa upravljačkog uređaja i njegovog testiranja u laboratorijskim uslovima.

2. OPIS KOMPLETNOG SISTEMA

Blok šema sistema data je na slici 1.

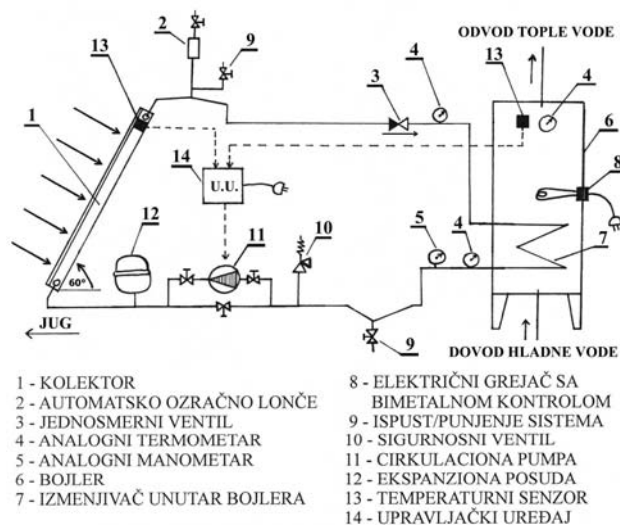


Slika 1. Blok šema sistema

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nad Laslo, vanr. prof.

Kolektor pretvara sunčevo zračenje u toplotnu energiju i tu energiju predaje radnom fluidu. Kolektor se postavlja pod 60° u odnosu na horizontalu (to je optimalan nagib za zimski period za Novi Sad) i ima dominantno južnu orijentaciju ($\pm 15^\circ$) [1]. Kada se koristi više kolektora oni se vezuju paralelno. Radni fluid je mešavina vode i antifrizna (50%-50%). Bojler je sa jednim izmenjivačem i sa dodatnim električnim grejačem sa bimetalom za podešavanje minimalne temperature. Cirkulaciona pumpa je marke Grundfos podesive snage i protoka (25W-70W). Temperaturni senzori su KTY81-210. Senzori imaju pozitivni temperaturni koeficijent otpornosti. Upravljački uređaj (prikazan na slici 2) se napaja iz mreže 230V/50Hz ili sa baterije nominalnog napona od 12V. Ostali delovi sistema su: automatsko ozračno lonče, analogni termometri i manometar, ekspanziona posuda, ventili za ispuštanje/punjenje sistema i jednosmerni ventil kao što je to prikazano na slici 2.



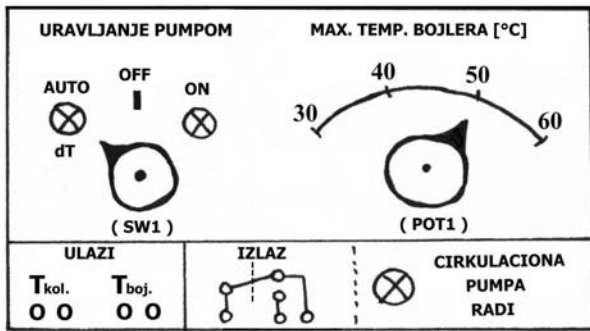
Slika 2. Skica konačnog sistema

3. UPRAVLJAČKI UREĐAJ

Funkcija upravljačkog uređaja je upravljanje cirkulacionom pumpom, kako bi sistem prikupio energiju sunca kada je ona dostupna i štedeo prikupljenu energiju tokom noći. Druga funkcija je zaštita od prekomernog zagrevanja vode (obično 50°C) kako se korisnik ne bi opekao.

3.1. Korisnički interfejs

Skica upravljačkog uređaja, sa korisničkim interfejsom i ulazno izlaznim konektorima data je na slici 3.

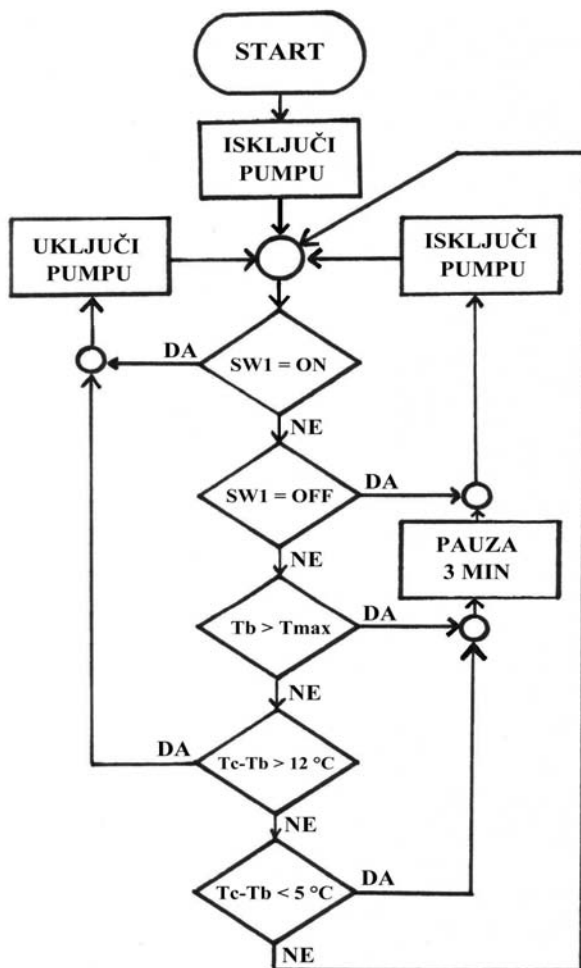


Slika 3. Skica upravljačkog uređaja

Interfejs se sastoji od ulaza koji čine preklopnik SW1 i potenciometar POT1, što se vidi na slici 3. Preklopnik upravlja pumpom. Potenciometrom se namesti maksimalna temperatura u bojleru. Izlaz korisničkog interfejsa čine tri sijalice za indikaciju. Dve zelene sijalice pokazuju stanja AUTO i ON preklopnika SW1. Jedna narandžasta sijalica pokazuje rad cirkulacione pumpe.

3.2. Algoritam

Kako bi se opisao algoritam upravljačkog uređaja uvode se sledeće veličine: temperatura kolektora T_c ; temperatura bojlera T_b ; razlika temperatura $T_{dif}=T_c-T_b$; maksimalna dozvoljena temperatura (koju podešava korisnik) T_{max} . Algoritam je dat na slici 4.



Slika 4. Algoritam upravljačkog uređaja

Ukoliko je T_b veća od T_{max} cirkulaciona pumpa se isključuje.

Ukoliko je razlika T_{dif} veća od 12 °C cirkulaciona pumpa se uključuje.

Ukoliko je razlika T_{dif} manja od 5 °C cirkulaciona pumpa se isključuje.

Prekidač koji kontroliše korisnik SW1 na slici 2, ima najviši prioritet. Podešavanje maksimalne temperature bojlera ima srednji prioritet. Poređenje temperatura T_c i T_b ima najniži prioritet.

3.3. Uprošćena električna šema

Upravljački uređaj koristi dva temperaturna senzora KTY81-210. Senzore odlikuje visoka linearnost, pozitivni temperaturni koeficijent otpornosti i nominalna otpornost 2000 [Ohm] na 25 °C . Upravljači uređaja meri dve apsolutne temperature i oduzimanjem istih formira razliku temperatura $T_{dif}[\text{°C}]$ na osnovu kojeg pokreće i zaustavlja cirkulacionu pumpu.

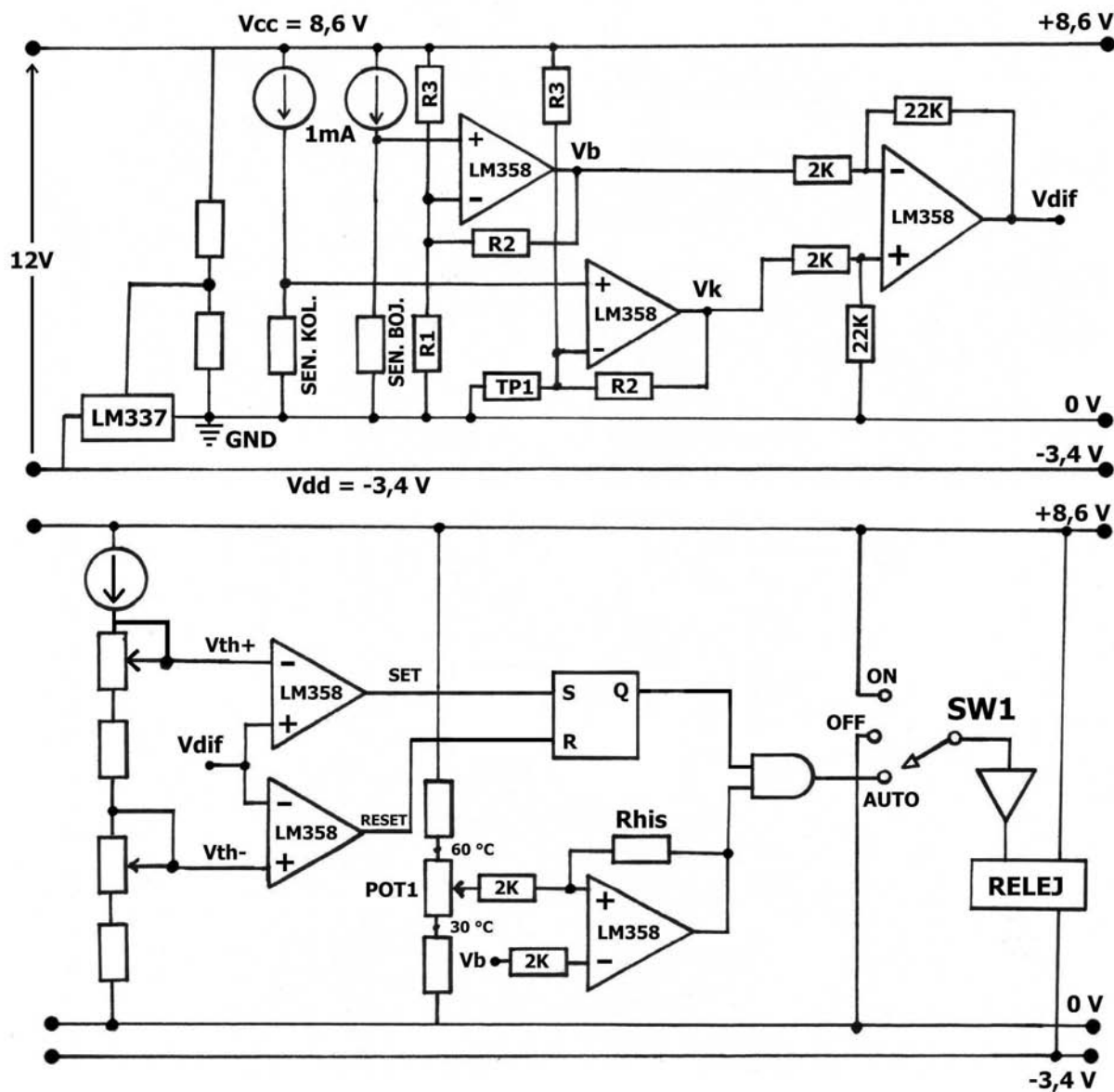
Uprošćena električna shema data je na slici 5. Temperaturni senzori se pobuđuju konstantnom strujom $I_{drv}=1\text{ mA}$. Naponski nivo sa temperaturnog senzora se dovodi na ulaz operacionog pojačavača. Prvi par pojačavača ima dve funkcije: odvojni stepen i prilagodni pojačavač.

Na taj način je ulazni temperaturni opseg od opsega vrednosti $T=\{-30\text{ °C}, +150\text{ °C}\}$ pretvoren u naponski opseg od $V_b=\{0\text{ V}, 5\text{ V}\}$ na izlazu pojačavača po formuli $V_k = 0,03\text{ V/°C} * T_k + 0,82\text{ V}$. U kolektorskom kanalu postoji podešavanje pojačanja $\pm 5\%$. Pojačani signali V_k i V_b se dovode na pojačavač razlike. $V_{dif}=A_{dif}(V_k-V_b)$ gde je $A_{dif}=11$. Izlaz je $V_{dif}=0\text{ V}$ za $T_{dif}=0\text{ °C}$ i $V_{dif}=5\text{ V}$ za $T_{dif}=16\text{ °C}$. Svi operacioni pojačavači se napajaju sa $V_{cc}=8,6\text{ V}$ i $V_{dd}=-3,4\text{ V}$ što dozvoljava da izlazi mogu biti 0 V a to je bitno zbog kalibracije uređaja. Naponski nivo V_{dif} se dovodi na dva komparatora sa podesivim pragovima V_{th-} i V_{th+} koji generišu RESET i SET signale za set-reset flipflop.

Zaštita od pregrevanja bojlera je realizovana komparatorom sa histerezisom kako ne bi došlo do oscilacija izlaza.

Ulazni signali su V_b i napon na potenciometru POT1 koji podešava korisnik. Potenciometar se nalazi u naponskom razdelniku tako da se mogu podesiti temperature od 30 °C do 60 °C . Izlaz zaštite od pregrevanja i izlaz flipflopa se dovode na logičko "I" kolo, čiji izlaz je doveden na kontakt 'AUTO' preklopnika SW1.

Kako bi na izlazu "I" kola bio visok logički nivo moraju dva uslova da su zadovoljena: 1. Mora da postoji dovoljna razlika temperatura kolektora i bojlera; 2. Temperatura bojlera je niža od T_{max} koju korisnik zadaje potenciometrom POT1. Preklopnik SW1 ima 3 položaja: ON, OFF i AUTO. ON – pumpa je uključena bez obzira na ulazne signale; OFF – pumpa je isključena bez obzira na ulazne signale; AUTO – upravljanje pumpom zavisi od stanja ulaznih signala. Sa preklopnika se logički signal vodi na pojačavač koji pretvara logički signal u pobudnu struju za aktiviranje releja.



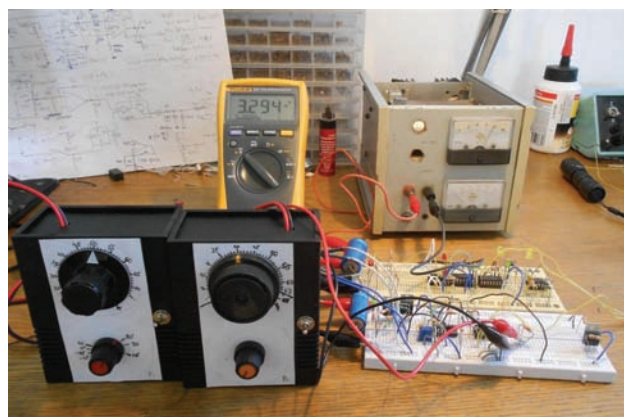
Slika 5. Uprošćena električna šema (podeljena na dva dela)

4. LABORATORIJSKO TESTIRANJE I DISKUSIJA REZULTATA

Prototip upravljačkog uređaja realizovan je na protobordu i napaja se iz laboratorijskog napajanja na 12V. Korišćeni instrument za merenje napona i otpornosti je 'FLUKE 177 True rms multimeter'.

Da bi se izvelo merenje u realnim uslovima, potrebne su dve posude sa destilovanom vodom u kojim postoji termometar i mogućnost grejanja i hlađenja vode. Temperaturni senzori i termometri se urone u vodu i namesti se željena temperatura vode, pritom treba da se sačeka određeni vremenski period kako bi došlo do izjednačenja temperatura i kako bi termometri pokazali realne vrednosti temperature vode. Kako je ovaj postupak komplikovan i vremenski izuzetno zahtevan, temperaturni senzori se emuliraju podesivim otpornikom. Emulator temperaturnog senzora je potencijometar sa rednim otpornikom koji je spakovan u plastičnu kutiju i ima dva izvoda. Ispod dugmeta potencijometra je papir na kojem su obeležene temperature. Temperature su obeležene u skladu sa karakteristikama proizvođača [3], pritom je

otpornost merena instrumentom. Opisana aparatura i prototip uređaja se vide na slici 6.



Slika 6. Emulatori temp., prototip i lab. aparatura

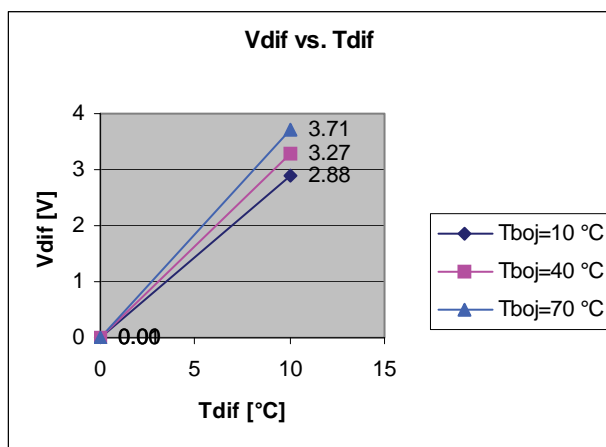
Pošto je na emulatorima skala gruba, za potrebe merenja su emulatori izvađeni iz kola, potrebne otpornosti za pojedine temperature nameštene pomoću instrumenta i zatim vraćeni u kolo.

Kalibracija za potrebe merenja je izvedena na sledeći način: 1. Na oba ulaza se dovedu otpornosti koje odgovaraju temperaturi od 40 °C; 2. Merimo V_{dif} i okrećemo trimer potencijometar TP1 dok ne izmerimo $V_{dif}=0,00$ V. Uređaj je kalibrisan i TP1 više ne podešavamo.

Merimo izlazni napon diferencijalnog pojačavača V_{dif} za različite ulazne temperature. U sledećem merenju će se pokazati zavisnost $V_{dif}=f(T_{dif})$ za različite serije apsolutne temperature bojlera T_b . U slučaju linearnog senzora apsolutna temperatura ne bi trebalo da utiče na prenosnu funkciju. Izmerene vrednosti su date u tabeli 7. Grafikon dat je na slici 8.

Tboj [°C]	10	10	40	40	70	70
Tkol [°C]	10	20	40	50	70	80
Tdif [°C]	0	10	0	10	0	10
V_{dif} [V]	0.001	2.88	0.000	3.27	0.007	3.71

Tabela 7. Izmerene vrednosti za V_{dif}



Slika 8. Grafikon $V_{dif}=f(T_{dif}, T_b)$

Grafikon pokazuje u kojoj meri nelinearnost senzora utiče na prenosnu funkciju $V_{dif}=f(T_{dif})$. Rezultati merenja pokazuju da je referentna ($T_b=40$ °C) prenosna funkcija V_{dif} [V] = 0,327 [V/°C] * T_{dif} [°C]. Za slučajeve $T_b=10$ °C i $T_b=70$ °C pojačanje odstupa za $\pm 12\%$. To u praksi znači da na svakih 8 °C razlike temperature, greška iznosi 1 °C. Kako je maksimalna razlika temperature koju diferencijalni pojačavač može da pokaže $T_{dif}=16$ °C (pri $V_{dif}=5$ V), apsolutna greška diferencijalne temperature je ± 2 °C.

Za realan bojler očekivani temperaturni opseg je unutar granica testiranja od 10 °C do 70 °C. Apsolutna greška diferencijalne temperature od 2 °C je unutar dozvoljenih granica i ne utiče značajno na rad celokupnog sistema.

Da bi uređaj kalibrisali, potrebno je povezati senzore na ulaze upravljačkog uređaja i uroniti ih u vodu na 40 °C. Merimo V_{dif} i okrećemo trimer potencijometar TP1 dok ne izmerimo $V_{dif}=0,00$ V. Uređaj je kalibrisan, TP1 više ne podešavamo. Ukoliko se zameni barem jedan temperaturni senzor potrebno je ponoviti kalibraciju.

5. ZAKLJUČAK

Izrađeni prototip upravljačkog uređaja je testiran u laboratorijskim uslovima, i zadovoljava realne potrebe sistema za zagrevanje sanitarne vode.

Upravljački uređaj je sastavljen od jeftinih i dostupnih komponenti. Analogni naponski nivoi na ulazima i izlazima operacionih pojačavača od 0V do 5V i naponi napajanja koji su barem $V_{cc}=8,5$ V i $V_{dd}=-1,5$ V omogućuju širok izbor operacionih pojačavača koji se mogu upotrebiti u kolu kao direktna zamena za korišćene operacione pojačavače LM358.

Nelinearnost izabranih senzora ne utiče značajno na funkcionisanje celokupnog sistema. Kalibracija je svedena na podešavanje jednog trimera potencijometara i merenje jednog napona. Posledica toga je da nije potreban inženjer na terenu kako bi kalibrisao uređaj što smanjuje cenu ugradnje uređaja.

Jedna od ideja koja se javila tokom izrade projekta je dodavanje manometra koji bi bio povezan na ulaz upravljačkog uređaja. Njegova funkcija bi bila da isključi cirkulacionu pumpu ukoliko dođe do pada pritiska u sistemu i da indikuje kvar crvenom lampicom.

6. LITERATURA

- [1] Branko Lalović, Nasušno Sunce, Nolit Beograd, 1982.
- [2] Miroslav Lambić, Priručnik za solarno grejanje, Naučna knjiga Beograd, 1992, ISBN 86-23-43100-6
- [3] -, KTY 81 Series temperatur sensors, datasheet, NXP Company Netherlands, http://www.nxp.com/documents/data_sheet/KTY81_S ER.pdf, Avgust 2013.

Kratka biografija:



Tobolka Daniel rođen je u Novom Sadu 1981. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Mikroročunarska elektronika odbranio je 2013.god.

PROCENA MOGUĆNOSTI POGONA MREŽE 20 kV U TS “ŠABAC 5” SA IZOLOVANIM ZVEZDIŠTEM
ASSESSING THE POSSIBILITIES FOR THE 20 KV NETWORK IN TS “ŠABAC 5” OPERATION WITH INSULATED NEUTRAL POINT

 Miloš Obradović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj - U radu je obrađena problematika pogona distributivnih mreža sa aspekta načina uzemljenja neutralne tačke. Opisani su načini uzemljenja neutralne tačke, sa svim svojim dobrim i lošim karakteristikama. Navedeni su kriterijumi za izbor načina uzemljenja neutralne tačke, a posebno je obrađena problematika prelaska sa neuzemljene na uzemljenu mrežu. Rad je ilustriran primerom analize mogućnosti pogona mreže 20 kV TS “Šabac 5” koja je normalno uzemljena preko otpornika u režimu sa izolovanim neutralnom tačkom.

Abstract – The paper presents the possibilities for the distribution networks neutral point grounding and describes all positive or negative characteristics for each solution presented. The criteria for transition from isolated to grounded neutral point for an distribution network is also presented. The paper is illustrated by an real example in which the analysis of the possibility for 20 kV distribution network of TS 110/20 kV/kV “Šabac 5”, performed for operation as grounded, to operate with isolated neutral point was provided.

Ključne reči: uzemljenje, neutralna tačka mreže, zemljospoj, kapacitivna struja zemljospoja.

1. UVOD

Neutralne tačke distributivnih mreža mogu biti izolovane, uzemljene preko kompenzacione Petersen prigušnice ili uzemljene direktno ili preko male impedanse. Izbor rešenja za uzemljenja neutralne tačke neke mreže zavisi od niza faktora. Oni se uglavnom svode na opredeljenja u pogledu vremena trajanja prekida pogona pri kvarovima u mreži, visini prolaznih i trajnih prenapona koji se mogu javiti pri komutacijama i vrednosti struja koje se javljaju pri zemljospojevima u mreži.

Kod nas je opšte opredeljenje da se mreže najviših napona uzemljuju direktno. Za mreže srednjeg napona ne postoji jedinstveno rešenje, tako da se konačne odluke obično donose nakon izrada studija u kojima se analiziraju svi aspekti pogona ovih mreža. Uobičajena je praksa da kod novih postrojenja tipa 110/X kV/kV mreža X kV u početku radi sa neuzemljenim zvezdištem.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dragutin Salamon, vanr. prof.

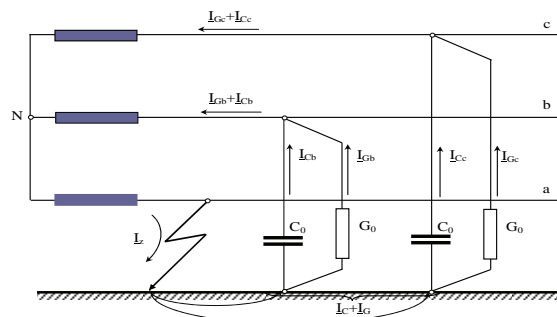
To rešenje se zadržava sve dok struja zemljospoja u mreži ne dostigne određenu vrednost pri kojoj se neutralna tačka uzemljuje. Ove vrednosti struja, zavisno od naponskog nivoa mreže, definisane su propisima [1]. Kada struje zemljospoja pređu propisane vrednosti mreže se uzemljuju preko prigušnice ili otpornika za uzemljenje neutralne tačke tako da se ove struje tipično ograničavaju na vrednost od 300 A.

2. IZOLOVANO ZVEZDIŠTE

Na Slici 1 je prikazan jednopolni zemljospoj u mreži sa izolovanim neutralnom tačkom [2]. Kapacitivne struje svih vodova idu u mesto kvara i superponirajući se čine struju zemljospoja čija je kapacitivna komponenta

$$I_c = \sqrt{3}U_f \omega C_0 \quad (1)$$

gde je C_0 ukupna nulta kapacitivnost mreže.



Slika 1. Struje zemljospoja u mreži sa izolovanim zvezdištem

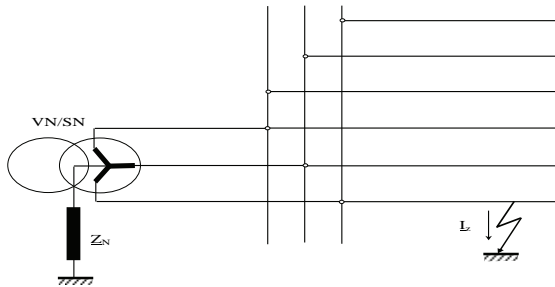
Dobra strana ovakvog načina uzemljenja je mogućnost samogašenja prolaznih zemljospojeva i male vrednosti struje zemljospoja. Mane su mogućnost pojave intermitentnih prenapona i velikih vrednosti povratnih napona i prenapona pri nastanku i pri isključenju zemljospoja.

3. UZEMLJENJE PREKO MALE IMPEDANSE

Na Slici 2 prikazana je situacija za slučaj mreže uzemljene preko male impedanse Z_N . Struje zemljospoja u mreži su ograničene impedansom Z_N vezanom u zvezdištu transformatora. Struja zemljospoja u ovom slučaju dobija se iz izraza [2]

$$I_z = \frac{U_f}{Z_N + \frac{2Z + Z_0}{3}} \quad (2)$$

gde je U_f radni fazni napon na mestu kvara u režimu koji je prethodio kvaru, Z_N impedansa priključena u zvezdištu transformatora, a Z i Z_0 impedanse za direktni i nulti redosled napojne mreže, transformatora i voda od izvorne TS do mesta kvara.

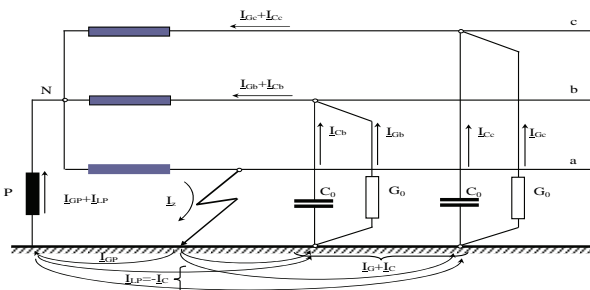


Slika 2. Mreža sa zvezdištem uzemljenim preko male impedanse

Dobra strana ovog rešenja je smanjenje svih vrsta prenapona u mreži. Vrednost struje zemljospoja se može podešavati izborom impedanse u zvezdištu. One se biraju tako da budu dovoljno velike za pravilan rad relejne zaštite.

4. KOMPENZACIJA STRUJE ZEMLJOSPOJA

Na Slici 3 prikazana je situacija za slučaj mreže sa kompenzacijom struje zemljospoja pomoću Petersen kompenzacione prigušnice P [2].



Slika 3. Mreža sa kompenzacijom struje zemljospoja

Osnovna namena kompenzacione prigušnice je da delimično ili potpuno kompenzuje kapacitivnu komponentu struje zemljospoja na mestu kvara i na taj način smanji ukupnu struju. Time se omogućuje samogašenje struje zemljospoja kod prolaznih kvarova i praktično izjednačuje ovo rešenje sa mrežom sa izolovanom neutralnom tačkom, sa svim njegovim prednostima i manama.

5. POREĐENJE RAZLIČITIH NAČINA UZEMLJENJA NEUTRALNE TAČKE

Glavne karakteristike na osnovu kojih se vrši poređenje pojedinih načina uzemljenja neutralne tačke su [1,2]

- mogućnost nastanka velikih prenapona,
- postojanje posebnih ograničenja kod manipulacija u mreži,
- vrsta relejne zaštite,

- postojanje potreba za analizom opasnosti kod uzemljenja objekata mreže,
- da li je pouzdanost napajanja potrošača zadovoljavajuća.

Kada su u pitanju interinentni prenaponi kod izolovane i kompenzovane mreže njihova pojava je veoma moguća, dok je kod uzemljene mreže (preko otpornika ili reaktanse) njihova pojava je praktično nemoguća.

Posebne manipulacije u mreži su odlika mreža sa kompenzacijom struje zemljospoja i one su uglavnom vezane za operacije sa kompenzacionom prigušnicom.

Što se tiče potreba za usmerenom zemljospojnom zaštitom ona je neophodna kod izolovane mreže, dok kod kompenzovane i uzemljene mreže nije neophodna.

Problem opasnosti kod uzemljenih objekata u mreži uglavnom se rešava izborom vrednosti maksimalne struje zemljospoja [3,4].

Pod pojmom pouzdanost misli se na trajanje prekida napajanja potrošača kod zemljospoja. Mreže sa izolovanim zvezdištem i kompenzovane mreže omogućavaju gašenje prolaznih zemljospoja, naročito ako se u prvo navedenim mrežama koristi automatsko ponovno uključivanje (APU). Pored toga, zemljospojevi u ovakvim mrežama se ne moraju trenutno isključivati već se isključenje može odložiti izvesno kraće vreme.

Ako se APU koristi i kod mreža sa zvezdištem uzemljenim preko male impedanse, jedan broj prolaznih zemljospoja će se takođe eliminisati bez trajnijeg prekida isporuke električne energije potrošačima.

U nadzemnim mrežama prednost treba dati rešenjima sa izolovanim zvezdištem uz primenu APU ili zemljospojnih prekidača.

U kablovskim mrežama prednosti uzemljenja preko malog otpornika ili reaktanse dolaze do izražaja kod velikih struja zemljospoja kada su mogući znatni prenaponi pri nastanku i isključivanju kvara i prelasci jednofaznog u višestruke zemljospojeve koji ugrožavaju ljude i opremu [1,2]. Pomenuti prenaponi izraženi su kod izolovanih mreža koje imaju velike kapacitivne struje zemljospoja. Zato se preporučuje da se mreže sa kapacitivnim strujama zemljospoja većim od 20 A uzemlje preko male impedanse [4]. Obim radova na sistemu uzemljenja kod primene uzemljenja preko male impedanse zavisi od stanja mreža, naročito od kvaliteta i načina izvođenja uzemljenja TS X kV/0.4 kV.

Kod opredeljivanja između otpornika i reaktanse izvesnu prednost treba dati otporniku da bi se izbegli prenaponi pri isključivanju zemljospoja koji su mogući kod uzemljenja preko reaktanse i nekih prekidača [1]. Inače, reaktanse/prigušnice zapremaju manji prostor od otpornika tako da u izvesnim slučajevima i to može da bude opredeljujući faktor.

6. TS 110/20 KV “ŠABAC 5”

Transformatorska stanica “Šabac 5” je naponskog nivoa 110/20 kV i u njoj se nalazi transformator sprege YNd5 [5]. Dakle, namotaji na primarnoj strani transformatora vezani su u zvezdu koja je direktno uzemljena, dok su namotaji na sekundarnoj strani vezani u trougao. Niskonaponska strane transformatora je uzemljena pomoću prigušnice za uzemljenje čiji su namotaji vezani u slomljenu zvezdu. Tako je obezbeđeno da je i na niskonaponskoj strani zvezdište uzemljeno (za koje se kaže da je veštačko) čija je neutralna tačka uzemljena preko reaktanse vrednosti 40Ω koja ima ulogu da ograniči struju zemljospoja, konkretno u ovom slučaju na 300 A.

Problem koji se dogodio u TS “Šabac 5” je taj da je pregorela prigušnica, zvezdište transformatora automatski više nije uzemljeno, pa je 20 kV strana morala da radi kao izolovana. Samim tim je i zemljospojna zaštita morala biti prepodesena da reaguje u novim uslovima. Inženjeri ED Šabac su procenili da releje na svim izvodima treba podesiti struju reagovanja od 5 A sa vremenskim zatezanjem od 0.5 s za nadzemne i mešovite izvode, odnosno 1 s za kablovske izvode. Od autora ovog rada je zatraženo da iznese svoje mišljenje o pomenutom problemu i da predloge za slučaj ako se ponovo javi isti ili sličan problem.

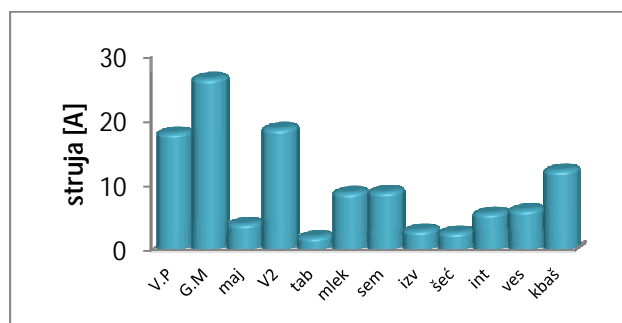
7. ZAKLJUČAK

Celokupnom analizom TS “Šabac 5” koja se prvenstveno odnosi na zemljospojeve autor je došao do nekoliko zaključaka:

- Niskonaponska strana transformatora ne bi trebalo da bude izolovana zato što struje zemljospoja višestruko prevazilaze vrednosti koje su date kao granica kada se mreža mora uzemljiti. Naime za 20 kV se kaže da se mreža mora uzemljiti ako struje prelaze 30 A, a struje zemljospoja u posmatranom slučaju prelaze i 100 A.
- Zbog svega pomenutog pod *a)* mora se obezbediti bolja zaštita same prigušnice da se ne dozvoli da niskonaponska strana ostane bez uzemljenja zvezdišta.
- Preporučuje se da se na nivou ED Šabac obezbedi jedna prigušnica koja će biti rezervna svim postojećim (koje su u pogonu na nivou ED Šabac). Samim tim i ako se dogodi sličan problem mreža će biti izolovana samo vremenski period koji je potreban da se prigušnica u havarijskom stanju zameni rezervnom.
- Ukoliko se preporuke pod *a)*, *b)* i *c)* ne ispoštuju iz nekog razloga, napraviti rekonfiguraciju mreže i

omogućiti napajanje kablovskih izvoda preko neke druge TS. Tako će se struje zemljospoja smanjiti na podnošljive vrednosti. Zaštitu prepodesiti na vrednosti veće za 10% od dobijenih vrednosti kapacitivnih struja po izvodima koje su prikazane na Slici 4.

- Ako preporuke pod *a)*, *b)*, *c)* i *d)* nije moguće ispoštovati onda zaštitu podesiti na vrednosti za 10% veće od vrednosti kapacitivnih struja po izvodima prikazanih na Slici 4. Pri tome vremensko zatezanje kablovskih izvoda neka bude 1 s, a nadzemnih vodova 0.5 s.



Slika 4. Kapacitivne struje po izvodima TS “Šabac 5”

8. LITERATURA

- J. Nahman, “Uzemljenje neutralne tačke distributivnih mreža”, Nučna knjiga, Beograd, 1980
- R. Roeper, “Short-circuit Currents in Three - phase Systems”, J.Wiley&Sons, 1985.
- “Pravilnik o tehničkim normativima za uzemljenja elektroenergetskih postrojenja nazivnog napona iznad 1000 V“, Službeni list SRJ, br. 61/95
- “Zbirka tehničkih propisa ED Srbije”, Zajednica elektrodistribucija Srbije, Beograd, 2001.
- Projektna i pogonska dokumentacija TS 110/X kV/kV “Šabac 5”

Kratka biografija:



Miloš Obradović rođen je u Šapcu 1987.godine. Diplomski rad na osnovnim studijama na temu “Sklopne naprave u distributivnim sistemima” odbranio je 2012. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetika.

**IMPLEMENTACIJA TRIGERA NA PRINCIPIMA DIZAJNIRANJA KVALITETNE
SOFTVERSKJE ARHITEKTURE****TRIGGER IMPLEMENTATION BASED ON PRINCIPALS OF QUALITY SOFTWARE
ARCHITECTURE DESIGN**Igor Trifunović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je opisan jedan modul velikog softverskog sistema koji služi za vremenski zavisno pozivanje određenih funkcija na izvršavanje. Opisan je sa stanovišta građenja kvalitetne softverske arhitekture i onih principa koji su mogli biti primenjeni na modul ove veličine. Takođe, razmatran je i aspekt poboljšanja kvaliteta implementacije posmatranog modula nakon primene ovih principa.

Abstract – This paper presents one module implemented in a huge production software, and represents module for time dependent function calling. It is described from the point of designing quality software architecture, and principals that could be implemented in module of this size. There is also a discussion about quality improvements of the module implementation after application of mentioned principles.

Ključne reči: Arhitektura, dizajniranje, kvalitet, principi.

1. UVOD

U radu je diskutovana razlika između dve implementacije programskih rešenja koncepta trigera (poziva funkcija u zadanom vremenskom rasporedu), u postojećem softveru koji se bavi upravljanjem i nadgledanjem distribuiranog sistema. Postojeća implementacija posmatranog modula se poredi sa novom koja je razvijena po specifikaciji potreba sistema i koja nastoji da unese poboljšanja kvaliteta sa strane iskoristivosti i rada sistema, ali i sa stanovišta kvalitetne arhitekture softvera. Diskusija je zasnovana na principima građenja kvalitetne arhitekture softvera, odnosno onih principa koji su se mogli primeniti na razmatranom modulu. Pored principa građenja, u diskusiji su i navedene mere kvaliteta softvera koje su primenjene prilikom izrade modula i prikazane su razlike između implementacija, sa naglaskom na prednosti nove i dobre odlike stare realizacije modula. Da bi se razumela problematika koja je diskutovana, dat je i kratak pregled sistema u kom je modul implementiran, kao i njegova realizacija u obavezi izvedbe.

2. OPIS REŠAVANOG PROBLEMA

Problem upravljanja vremenski zavisnim događajima svodi se na posmatranje relevantnih parametara koji su od značaja za donošenje odluka i pokretanja vremenskih

značaja za donošenje odluka i pokretanja vremenskih odrednica za izvršavanje ili stabilizaciju promena. Distribuirani sistemi, radeći u realnom vremenu, poseduju određenu dinamiku, čije se ponašanje prati. U ovakvim sistemima postoje moduli i uređaji koji stvaraju informacije, na osnovu kojih se posmatra stanje sistema. Tako dobijene informacije se koriste u različitim proračunima u zavisnosti za šta je sistem namenjen, a na bazi rezultata dobijenih proračuna se vrši upravljanje. Pravovremeno pozivanje funkcija ili njihovi odloženi pozivi predstavljaju problem koji se rešava na različite načine, u zavisnosti od poslovne logike dela ili celog sistema. Poslovna logika sistema diktira ponašanje, oslanjajući se na parametre koji su rezultat izvršenja funkcija.

Problemi koji se javljaju kod distribuiranih sistema su vezani za količinu podataka koja se mora uzeti u razmatranje prilikom proračuna, kao i količina hardverskih resursa i potrebnog napora i vremena za izračunavanje novih parametara koji će izvršiti upravljanje i dovesti sistem u normalno uklopno stanje. Ovakvi sistemi imaju različite namene u odnosu na predmet posmatranja. To mogu biti elektrodistributivne mreže, telekomunikacione infrastrukture, snabdevanje tečnim, gasovitim derivatima itd. Njihova veličina takođe varira od prirode problema, a sa njom i količina podataka koji se obrađuju u sistemu. Pojam normalnog ili konzistentnog stanja se menja u zavisnosti šta je problematika sistema. Postavljaju se različiti parametri i mere koje prikazuju sistem u svom semantički ispravnom i funkcionalnom stanju, a broj ovih parametara može biti značajan. Različiti problemi mogu izbaciti sistem iz njegovog pravilnog funkcionisanja i tada se moraju izvršiti određene radnje i procesi vraćanja sistema u konzistentno stanje. Poseban problem predstavlja i upravljanje, koje se mora izvršiti, a koje može biti veoma dugotrajno i kompleksno, u zavisnosti nad kojim delovima sistema, ili celog sistema je potrebno izvršiti izmene.

Razmatrani problem je u pronalaženju vremenskog trenutka u kom će se pozvati određena funkcija na izvršavanje. Kada dođe do velikih promena u distribuiranom sistemu, a koje izbacuju sistem iz ustaljenog stanja, potrebno je pokrenuti proceduru koja ima za cilj da primora sistem da se vrati u ustaljeno stanje. Ova procedura obuhvata veliki broj kompleksnih proračuna, radi generisanja sekvence operacija po kojoj će se izvršiti upravljanje uređajima, a čije će delovanje da vrati sistem u stabilno stanje.

Pošto je procedura proračuna i generisanja sekvence izuzetno zahtevna sa strane resursa računara na kojim se

NAPOMENA:

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

izvršava, potrebno je implementirati logiku algoritma trigerera na način da se frekvencija kreiranja sekvence smanji na minimalno potrebnu. Ovo znači da će, zbog prirode problema, trigger biti kreiran tako da uzme u obzir određeno predefinisano vreme u kom se računa da će se stanje vratiti na ustaljeno, te neće biti potrebno pokretanje prinudne procedure. Ukoliko sistem ostane u nekonzistentnom stanju, potrebno je utvrditi da li je potrebno kreirati proceduru, ali se ova provera vrši samo sa validnim podacima, odnosno proračunima nad njima. Odvojen je problem dobavljanje ispravnih podataka u trenutku potrebe računanja parametara za donošenje odluka. Ono što otežava dobavljanje ispravnih podataka je sistem i uređaji na njemu koji su zaduženi da vrše merenja i očitavanja stanja. U zavisnosti od veličine sistema i različitosti uređaja koji generišu podatke, dolazi do različitih kašnjenja pri dobavljanju podataka. Sistem se mora isprojektovati tako da postoji način da se izbegnu greške prilikom dobavljanja podataka za proračune. Pored toga, postoji podesivi vremenski interval u kom se prikupljaju podaci za jedan proračun. Taj vremenski interval mora biti dovoljno kratak, kako se ne bi prešlo u novo stanje sistema, sa novim merenjima na pojedinim delovima, a takođe i dovoljno dugačak kako bi svi podaci pristigli.

3. OPIS REŠENJA PROBLEMA

3.1. Opis postojećeg softvera i bitnih delova za razumevanje problema trigerovanja

Posmatrani softver omogućuje: dinamičko kontrolisanje i nadgledanje distribuiranog sistema, stvaranje znanja o sistemu, efikasnu gradnju i dizajn distribuiranih objekata i redukovanje elektroenergetskih gubitaka.

UMS (*Utility Management System*) u sebi sadrži alate za različite vizualne predstave distribuiranog sistema, nadgledanje i kontrolu, kao i veliki broj aplikacija koje vrše različite analize i proračune. Takođe, podržani su i moduli koji omogućuju planiranje, analize i optimizacije sistema. Softver je modularan, lako proširiv i lako se menja i prilagođava karakterističnim potrebama. Oslanja se na *SCADA (Supervisory control and data acquisition)* sistem, od kojeg dobija informacije i pomoću kojeg vrši upravljanje nad distribuiranim objektima.

Softver se sastoji od nekoliko velikih celina. Fokus ovog rada je na centralnom servisu sistema. On predstavlja komponentu odgovornu za upravljanje funkcijama koje vrše proračune nad mrežom, čiji su pozivi pokrenuti putem internih trigera, generisanih promenom određenih parametara ili značajnih promena posmatranih bitnih vrednosti, ili eksternih trigera dobijenih promenom topologije sistema ili korisničkim zahtevima.

Servis vrši i objavljivanje rezultata izvršenih funkcija, kao i njihovo slanje do klijenata servisa. On omogućuje i vršenje proračuna zahtevanih od strane klijenta u nekom proizvoljnom trenutku.

Realizacija toka podataka kroz servis je organizovana tako da mora postojati zahtev za izvršenje neke od funkcija. Takvi zahtevi su klasifikovani kao "zahtevani posao" (*Job Request*). Servis ima nekoliko trigera u sebi, u zavisnosti od funkcije sa kojom se radi. Trigeri su implementirani zasebno i realizuju algoritme odlučivanja, prilagođene funkciji za koju su vezani.

Servis poseduje osluškivač promena topologije distribuiranog sistema, koji je realizovan kao zasebna komponenta. Da bi bio svestan izmena, omogućena je *WCF (Windows Communication Foundation)* komunikacija sa servisom koji u sebi sadrži informacije o topologiji posmatranog sistema i podataka kreiranih u sistemu. Obaveštenje sadrži informacije o delovima sistema na koje utiče topološka promena. Nakon primanja obaveštenja, modul će kreirati posao za određenu funkciju i posao će biti poslat na izvršavanje.

3.2. Postojeća implementacija trigera u sistemu

Rešenje kompleksnih problema zahteva sistematski pristup, projektovanje i modularnost sistema, kako bi se mogle zadovoljiti sve potrebe prirode problema i omogućilo lako dodavanje novih funkcionalnosti rešenja. Iz ovog proizilazi da će kreiranje trigera, bez obzira na njegovu unutrašnju strukturu i kompleksnost, zavisiti od drugih komponenti sistema. Ove komponente obezbeđuju da modul trigera pravovremeno dobija potrebne informacije za početak internog procesa i odlučivanja. Nakon donešene odluke, trigger mora imati mogućnost da rezultate svog procesa saopšti nekoj od komponenti, kako bi se obavio određeni posao. Zbog prisustva velike modularnosti i nezavisnih komponenti koje su postojale u sistemu, i unutrašnji procesi trigera se oslanjaju na već postojeće komponente, kao što su one za kontrolisanje vremenskih perioda, odnosno pozivanja metoda nakon isteka predefinisanih vremenskih intervala. Dobavljanje informacija o promenama nad signalima u sistemu, vrši se preko postojećih komponenti, koje se koriste i na drugim mestima u softveru.

Postojeća implementacija radi sa više trigera, u zavisnosti od posla koji treba da se obavi. Ovi trigeri su nezavisni u svom radu. Trigeri su fizički razdvojeni i nalaze se u zasebnim klasama, a klase se takođe nalaze u zasebnim projektima. Svaki od trigera ima različitu implementaciju, specifičnu za funkciju koju će pozivati, ali takođe veliki deo realizacije se svodi na isto ponašanje i korišćenje istih kodnih struktura. Konkretno posmatraju se dva trigerera koji rade za dve različite funkcije, ali nad istim podacima. Prvi je posmatran trigger koji kontroliše vremensko trigerovanje funkcije za kreiranje sekvencu naredbi koja će izvršiti optimizaciju nad distribuiranim sistemom, a čije je stanje značajno promenjeno u odnosu na ono koje se smatra konzistentnim. Trigger se nalazi unutar zatvorene petlje (*Closed Loop*). On ima veliku zavisnost sa modulom u kom je implementiran i ne postoji jasna granica između ideje trigera i dodatnih funkcionalnosti vezanih za posledice donošenja odluke. Trigger je implementiran mehanizmom periodičnog vremenskog trigerovanja. Kompleksnost implementacije se ogleda u dobavljanju ispravnih podataka za formiranje posla koji treba da se obavi. Ova dodatna kompleksnost ne bi trebala biti realizovana unutar trigera, jer bi trigger samo trebalo da vodi računa o vremenskim ili nekim specijalnim uslovima za određivanje trenutka pozivanja funkcije.

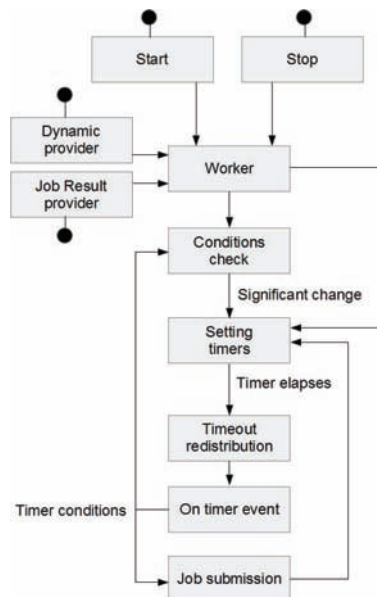
Drugi posmatrani trigger odnosi se na funkciju koja vrši procenu stanja posmatranog sistema (estimaciju). Kreiran je po tačno određenom i definisanom algoritmu, koji je zbog prirode problema komplikovaniji od prethodno opisanog. Ima dobro definisanu unutrašnju strukturu i oslanja se na postojeće komponente koje regulišu

upravljanje vremenskim odrednicama. S obzirom na način na koji je implementiran, predstavlja dobru osnovu za nadogradnju. Njegove prednosti se ogledaju u jasno razdvojenim nadležnostima metoda trigerera, i nepostojanja zavisnosti algoritma i ostatka servisa sistema.

3.3. Nova implementacija objedinjenog trigerera

Novi izmenjeni dizajn rešenja se zasniva na pravljenju jednog trigerera, umesto pomenuta dva. Triger se nalazi u istom servisu kako bi iskoristio sve potrebne mogućnosti za svoj pravilan rad. Kreiran je tako da koristi sve zajedničko od prethodno dva implementirana, poput operacija za slušanje dinamičkih promena i završetka izvršavanja funkcija, kao i slanje posla na izvršenje. Postojanje razlika u poslovnoj logici različitih namena trigerera, rešeno je primenom istog algoritma odlučivanja, prilagođenog problemu koji se razmatra.

Servis će prilikom svog startovanja, inicijalizovati i pokrenuti i objedinjeni triger. Servis dobavi inicijalne vrednosti za vremenske odrednice trigerovanja iz konfiguracionih fajlova i na osnovu tih vrednosti pokreću se procesi trigerera. Prilikom startovanja, triger vrši raspodelu vremenskih inetrvala po jedinicama struktura podataka, odnosno minimalnim podsistemima celokupnog sistema, koje između ostalog u sebi sadrže i posmatrane podatke. Ove najmanje celine nad kojima se vrše proračuni i izvršavaju funkcije sadrže sve bitne podatke za određeni deo sistema i predstavljaju zapravo jedan podskup podataka. Nad njima se izvrši preraspodela vremenskih intervala za periodično trigerovanje. Slika 1. prikazuje konceptualni algoritam novog dizajna:



Slika 1. Konceptualni prikaz novog algoritma

4. DISKUSIJA IMPLEMENTACIJA SA STANOVIŠTA KVALITETA SOFTVERSKJE ARHITEKTURE

Razlike između dve implementacije se ogledaju u više aspekata. Novi objedinjeni triger je kreiran na osnovu nekoliko principa građenja softverske arhitekture. Poštovanjem tih principa dobijeno je kompleksnije rešenje, ali je proširivanje trigerera, kako novim

funkcionalnostima tako i izmena postojećih znatno olakšana.

Sama priroda problema je takva da zahteva jedno mesto u sistemu koje će na osnovu dobijenih parametara, zaključiti koju akciju treba sprovesti. Kada veliki sistem dođe u neko nekonzistentno stanje, izazvano bilo kvarovima, prekidima ili izmenama na njegovim delovima, potrebno je izvršiti nekoliko procesa, pomoću kojih se dobija izgled stanja novonastale topologije distribuiranog sistema. Taj trenutni presek vrednosti na sistemu i odnosa među komponentama se preuzima putem određenih mehanizama i beleži u predodređenim strukturama. Ovakve strukture podataka se šalju do servisa koji će ih obraditi. Upravo je jedan deo servisa i triger koji mora imati ispravne podatke za svoj rad. Nakon što završi sa radom, on generiše sekvencu poslova koju treba izvršiti, odnosno kreiraju se strukture podataka u vidu naredbi za uređaje koji svojim delovanjem vraćaju sistem u konzistentno stanje ili sprečavaju pojavu novih kvarova i nepravilnosti u radu.

4.1. Diskusija poštovanja dizajn principa

Implementacija rešenja vođena je ključnim principima dizajniranja arhitekture softvera. Ti principi su podskup svih principa, jer se na modulu ove veličine ne mogu i ne moraju primeniti svi principi. Primenjeni principi su: princip razdvajanje nadležnosti, princip jedinstvene odgovornosti i princip minimalnog znanja.

Princip razdvajanja nadležnosti omogućio je da objedinjeni triger u sebi sadrži sve potrebne delatnosti vezane za prikupljanje podataka, proces odlučivanja i slanje posla na izvršenje. Time je nadležnost trigerovanja svedena na samo jednu komponentu u sistemu. Prikupljanje podataka svodi se na osluškivanje pristiglih merenih vrednosti signala. Ove promene se detektuju i ponude na čitanje svim servisima na koje utiču ovakve promene. Drugi bitan parametar je slušanje događaja završetka izvršenja funkcije. Oba parametra predstavljaju ulazne parametre rešenja, a proizišli su iz prirode problema koji treba da se reši. Proces odlučivanja trigerera svodi se na kalkulacije na osnovu dobijenih vrednosti i postavljanje vremenskih odrednica u zavisnosti od rezultata proračuna. Kompletan algoritam koji se izvršava za celokupnu funkcionalnost, odnosno zadatak zadavanja poslova koji imaju kao funkciju pokušaj vraćanja distribuiranog sistema u validno stanje, realizovan je unutar trigerera, i nema uticaja drugih komponenata na rad algoritma. Sva podešavanja i svi potrebni parametri za celokupan proces algoritma i njegovog rada sadržani su u modulu trigerera i u bilo kojoj tački vremena ne zavise od podešenja ostalih delova sistema. Vremenske odrednice unutar trigerera su konfigurabilne i one se mogu menjati ili pre startovanja trigerera ili u toku njegovog rada. Međutim, i promena ovih vrednosti ne menja strukturu algoritma, već će samo ili ubrzati ili usporiti dobijanje celokupnog rezultata trigerovanja.

Princip jedinstvene odgovornosti znači da će komponenta biti jedinstvena u poslu koji obavlja. Novi dizajn rešenja upravo radi na način koji zadovoljava ovaj princip dizajna arhitekture softvera. Da bi se ovo postiglo potrebno je bilo odabrati mesto unutar servisa na kom je najpogodnije realizovati triger. Ovo podrazumeva da na jednom mestu triger mora imati sve neophodne informacije za rad, kao i

mogućnost da objavi rezultate svog rada. Ispunjenje ovih uslova garantuju već postojeće komponente i mehanizmi komunikacije unutar servisa na koje se trigger oslanja u potpunosti. Takođe, ovo isključuje pojavu više komponenti koje će se baviti istom problematikom, jer su one integrisane u jednu. Svaki problem koji zahteva vremensko trigerovanje u sistemu, usmerava se na ovu komponentu. Trigger je odgovoran samo za proces donošenja odluke o pozivu funkcija. Važnost, odnosno značaj i posledice izvršenja funkcija nisu predmet njegovog rada, a bitne odluke koje mogu uticati na sistem, se podešavaju pomoću parametara triggera. Pravilnim i odgovarajućim podešenjima vremenskih odrednica, utiče se na ponašanje sistema u smislu frekvencije pozivanja funkcija i semantike ponašanja distribuiranog sistema. Proces nije odgovoran za eventualne posledice izazvane rezultatima funkcija, niti ima informacije o njihovom događaju.

4.2. Diskusija kvaliteta rešenja

Poboljšanja kvaliteta rešenja u odnosu na prvobitno se posmatra samo iz stanovišta nekoliko principa, za koje može da se povuče paralela između dve implementacije.

Reč je o sledećim principima: performansa (*Performance*), iskoristivost (*Usability*), prilagodljivost (*Scalability*), održavanje (*Maintainability*), testabilnost (*Testability*) i podrška informacijama prilikom nepravilnog rada (*Supportability*).

Performansa sistema je nešto o čemu se mora voditi računa, posebno u velikim softverskim rešenjima. Svaki modul mora biti osmišljen tako da radi sa minimalnim brojem komponentata i da njegova unutrašnja struktura i algoritmi njegove izvedbe budu optimizovani.

Trigeri su napisani tako da minimalno troše procesorsko vreme i resurse. Startovani su kao pozadinska nit, koja je blokirana dokle god nema poslova, odnosno dok ne stignu informacije od značaja ili se izvrši određena funkcionalnost, čiji se rezultat posmatra. Nakon ispunjenja jednog od ovih uslova nit triggera prelazi u aktivno stanje, izvršava se potrebna funkcionalnost i nit se ponovo blokira, ukoliko nema novih početnih uslova trigerovanja. Svodenjem triggera na jednu komponentu napravljena je dodatna ušteda resursa računara, koja iako mala, u sistemima sa velikim brojem podataka koji se moraju obraditi, može biti značajna.

Dobavljanje informacija o izvršavanju softvera rešena je primenom globalnog koncepta *log*-ovanja, odnosno beleženjem hronoloških izvršenih akcija u tekstualnom obliku. U toku razvoja softvera na značajnim mestima u programskom kodu se dodaju naredbe, vrlo često parametrizovane, koje će beležiti tekstualne informacije u određene fajlove. Ovi *log* fajlovi sadrže hronološki ispisane rečenice onim redom kojim su izvršavane metode funkcionalnosti. Radi smanjenja broja logovanih rečenica, odnosno bolje kontrole i preglednijeg ispisa, koristi se nekoliko nivoa *log*-ovanja. Na ovaj način se onda, kada nije potrebno, može smanjiti obim informacija koji se zapisuje. Pored toga što ovakve informacije služe i za posmatranje pravilnog izvršavanja toka algoritma trigerovanja, od velikog je značaja i dobijanje informacija prilikom nepravilnosti u radu. Na osnovu takvih podataka, može se zaključiti da li je algoritam završio posao po korektnoj proceduri i, ukoliko nije, na kom mestu u toku

izvršavanja se javio problem. Uzrok problema može biti različite prirode, i nije jednostavno utvrditi ga samo čitanjem *log*-fajlova, ali u većini situacija je ovo bitan preduslov rešavanja problema, a, u nekim situacijama, je i *log* zapis dovoljno informativan. Na ovaj način je i u staroj i u novoj izvedbi rešen problem *Supportability*-ja, sa razlikom da je u novoj implementaciji uvedena konvencija u pisanju *log* rečenica, kako bi se one lakše izolovale u *log* datoteci, koja sadrži sve bitne *log* informacije na nivou celog servisa

5. ZAKLJUČAK

Realizovano rešenje triggera kao osnova za diskusiju primene mera kvaliteta i principa projektovanja kvalitetne softverske arhitekture predstavlja dobar primer ali, zbog veličine modula i specifičnosti posla koji obavlja, primenjuje samo podskup elemenata kvalitetne softverske arhitekture. Međutim, opisan podskup predstavlja reprezentativne primere građenja kvalitetnog rešenja, koji na jednostavan način prikazuju kako se kompleksni principi i mere mogu primeniti u manjim modulima i doprineti poboljšanju njihovog kvaliteta i funkcionalnosti. Razlike u dve implementacije prikazuju prednosti nove implementacije, ali i ukazuju da je i stara implementacija bila bazirana na elementima kvalitetne arhitekture, koje je novi trigger preuzeo i dopunio.

Dalji pravci razvoja obuhvatili bi pravljenje više generičkog rešenja koje bi parametrizovanjem moglo da se konfigurise i prilagođava različitim problemima.

6. LITERATURA

- [1] *Key Principles of Software Architecture*
<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee658124.aspx>
- [2] *Architectural Patterns and Styles*
<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee658117.aspx>
- [3] *Quality Attributes*
<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ee658094.aspx>
- [4] <http://standards.ieee.org/findstds/standard/1471-2000.html>
- [5] *Microsoft® Application Architecture Guide, 2nd Edition, Microsoft Patterns & Practices Team 2009*
- [6] *Software Architecture A Comprehensive Framework and Guide for Practitioners, Springer Berlin Heidelberg 2011*

Kratka biografija:



Igor Trifunović rođen je 1989. godine u Zrenjaninu. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu je upisao 2008. godine. Diplomirao je 2012. godine na usmerenju Primenjene računarske nauke i informatika.

PROJEKTOVANJE I ANALIZA EMI POTISKIVAČA STRUKTURE „MEANDAR“ DESIGN AND ANALYSIS OF EMI SUPPRESSORS OF “MEANDER” STRUCTURE

Maja Miletić, Mirjana Damnjanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazan je uticaj geometrije provodnog sloja na električne karakteristike feritnog EMI potiskivača realizovanog u strukturi „Meandar“. Električne karakteristike menjaju se promenom geometrijskih dimenzija i međusobnog rastojanja provodnih linija, a povećanjem broja namotaja povećava se impedansa, čime se postižu bolje performanse EMI potiskivača, tj. veće slabljenje u željenom opsegu frekvencija. Pri proračunu je korišćena metoda parcijalne induktivnosti, a korišćenjem softverskog alata SPIS analizirane su karakteristike strukture „Meandar“.

Abstract – This paper describes the influence of conductive layer's geometry on the electrical characteristics of ferrite EMI suppressors, realized in the "Meander" structure. Electrical characteristics are changing with the change of geometry and spacing of conductive lines, and increasing the number of windings increases the impedance, which leads to better performance of EMI suppressors, i.e. greater decline in the desired frequency range. The partial inductance method is used for calculation of the characteristics of "Meander" structure, as well as specially developed software tool SPIS.

Ključne reči: Meandar, EMI potiskivač, impedansa, induktivnost, otpornost, Q faktor, materijal F19, analiza.

1. UVOD

Veliki broj elektronskih uređaja unosi smetnje u sisteme, otežavajući rad ostalih komponenti. Da bi se izbegla elektromagnetska interferencija (EMI), koriste se različiti EMI potiskivači koji se generalno koriste kao nisko-propusni filtri [1]. Karakteristike EMI potiskivača zavise od načina dizajna potiskivača, što uzrokuje sve više različitih proizvoda dostupnih na tržištu [2].

Na osnovu opsega frekvencija koje je potrebno eliminisati, bira se feritni materijal koji će obezbediti da se približno poklapaju frekvencijski opseg u kome ferit ima maksimalnu impedansu i frekvencijski opseg EMI [3]. U potiskivaču se, osim uvođenja željenih gubitaka, javljaju i neželjeni efekti kao što su parazitne kapacitivnosti između navojaka, između navojaka i mase, sopstvena rezonancija, dielektrični i magnetski gubici u feritnom jezgri itd. o kojima treba voditi računa pri projektovanju [4].

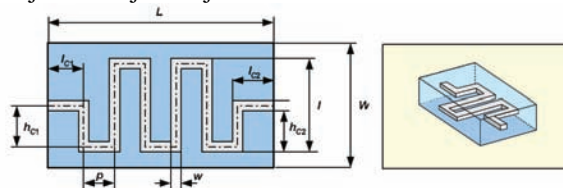
U okolini rezonantne feromagnetske frekvencije dominiraju gubici usled prisustva ferita i potiskivač se ponaša kao frekvencijski-zavisani otpornik. Ovaj efekat se

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Damnjanović, van. prof.

koristi u eliminaciji provodnih EMI [5]. Kod idealnog induktora povećanjem frekvencije i impedansa se linearno povećava. U stvarnosti, međutim, postoji ekvivalentna redna otpornost sa induktivnošću, kao i parazitna kapacitivnost [6], [7]. Induktivnost L_0 će se povećati povećanjem ukupne dužine provodnih linija ili smanjivanjem dimenzija poprečnog preseka, što je postignuto strukturom „Meandar“ (Slika 1). DC otpornost potiskivača R_{DC} će se povećati, zbog čega je i izvršena analiza uticaja promene dužine provodnih linija na impedansu induktora [8].

U poglavlju 3 prikazano je modelovanje EMI potiskivača realizovanog u strukturi „Meandar“, i proračun osnovnih parametara koji određuju na karakteristike EMI potiskivača. U poglavlju 4 dati su rezultati simulacija urađenih u programskom alatu SPIS, prikazan je uticaj geometrije na strukturu EMI potiskivača. U poglavlju 5 data je diskusija dobijenih rezultata.



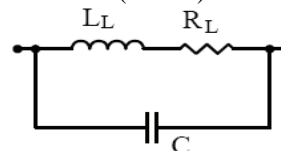
Slika 1. Struktura meandar

2. EMI POTISKIVAČI

Funkcija EMI potiskivača je da propuštaju samo signale na frekvencijama nižim od kritične, dok slabe signale na višim frekvencijama. Potiskivači bazirani na mekim feritima se najčešće koriste, i to feriti bazirani na nikl-cinku (NiZn), i mangan-cinku (MnZn). Da bi se obezbedila zaštita u potrebnom opsegu, neophodno je izabrati odgovarajući feritni materijal. U ovom radu je analiziran NiZn materijal visoke permeabilnosti, F19.

3. MODELOVANJE EMI POTISKIVAČA

Za modelovanje EMI potiskivača koristi se model prikazan na slici 2, sa tri skoncentrisana parametra: ekvivalentna redna otpornost R_L , ekvivalentna induktivnost L_L i parazitna kapacitivnost C (slika 2).



Slika 2. Ekvivalentno kolo za modelovanje EMI potiskivača

Korišćenjem ovog ekvivalentnog kola određena je ukupna impedansa Z i Q -faktor kao

$$Z = \frac{R_L + j(\omega L_L(1 - \omega^2 L_L C) - \omega R_L^2 C)}{(1 - \omega^2 L_L C)^2 + \omega^2 R_L^2 C^2} \quad (1)$$

$$Q = \frac{Im(Z)}{Re(Z)} = \frac{\omega L_L}{R_L} \quad (2)$$

$$Z = R_L + j\omega L_L = j\omega L_0 (\mu_r' - j\mu_r'')$$

Ukupna redna otpornost feritnog EMI potiskivača će biti jednaka sumi: $R_L = R_{DC} + R_f + R_{CON}$, gde je R_{DC} zbir komponenti R_f svih provodnih segmenata induktora, a R_{CON} otpornost kontakata, koja najčešće teži nuli, otpornost R_f EMI potiskivača usled proticanja vihornih struja. Otpornosti feritnog EMI potiskivača u jednosmernom režimu iznosi:

$$R_{DC} = \rho \frac{l_{TOT}}{wt} \quad (3)$$

Na višim frekvencijama otpornost EMI potiskivača se naglo povećava usled proticanja vihornih struja

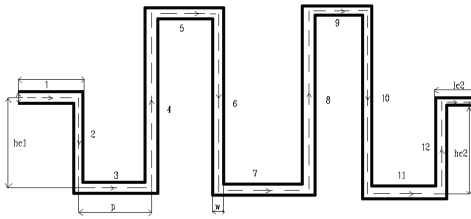
$$R_f = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \mu_r'' \cdot L_0 \quad (4)$$

gde je f radna frekvencija, L_0 induktivnost strukture u vakuumu, a μ_r'' je frekvencijski zavisani imaginarni deo kompleksne permeabilnosti. Ekvivalentna kapacitivnost C opisuje rasipne kapacitivnosti između provodnih segmenata induktora u istom provodnom sloju, kapacitivnost provodnih segmenata prema masi i kapacitivnost izvoda. Uticaj parazitne kapacitivnosti C se može zanemariti na nižim frekvencijama. Njen doprinos se mora uzeti u obzir samo na frekvencijama bliskim ili višim od sopstvene rezonantne frekvencije. Kapacitivnost strukture meandar će biti jednaka sumi kapacitivnosti svih parcijalnih delova meandra, tj.

$$C = \sum_{i=1}^N C_i = l_{TOT} \left(\zeta_0 \zeta_r \frac{2\pi}{\ln(l + \frac{2h}{t} + \sqrt{\frac{2h}{t}(\frac{2h}{t} + 2)})} + \zeta_0 \zeta_r \frac{w-t/2}{h} \right) \quad (5)$$

gde je l_{TOT} ukupna dužina provodnog sloja, a w i t širina i debljina provodnog sloja. Metodom parcijalne induktivnosti, određena je induktivnost strukture, koja je jednaka zbiru svih samoinduktivnosti elementarnih pravih provodnika L_i i zbir svih parcijalnih međusobnih induktivnosti elementarnih provodnika L_{ij} (slika3).

$$L_L = \sum_{i=1}^n L_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n L_{ij}, i \neq j \quad (6)$$



Slika 3. Parcijalni delovi strukture „Meandar“

Samoinduktivnost L izražena u nH pravog provodnika dužine l može se izračunati kao

$$L = 2l \cdot \left(\ln \frac{2l}{w+t} + 0.25049 + \frac{w+t}{3l} + \frac{\mu}{4} T \right), \quad (7)$$

T je parametar za korekciju uticaja frekvencije. Na osnovu toga samoinduktivnost strukture meandar je:

$$L = \sum_{i=1}^{13} L_i = 2 * L1 + 2 * L2 + 5 * L3 + 4 * L4 \quad (8)$$

Najjednostavniji je slučaj kada se posmatraju dva jednaka prava paralelna provodnika zanemarljivih poprečnih preseka. Njihova međusobna induktivnost je određena izrazom:

$$M = \frac{\mu}{2\pi} l \left(\ln \left(\frac{l}{d} + \sqrt{1 + \left(\frac{l}{d} \right)^2} \right) - \sqrt{1 + \left(\frac{d}{l} \right)^2} + \frac{d}{l} \right) \quad (9)$$

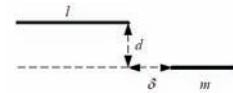
gde je l dužina provodnika koji se nalaze na međusobnom rastojanju d . Međusobna induktivnost strukture meandar sastoji se iz pozitivne komponente M^+ i negativne komponente međusobne induktivnosti M^- , u zavisnosti od smera proticanja struje kroz provodne linije.

$$M = M^+ + M^- \quad (10)$$

Za strukturu „Meandar“ karakterističan je položaj pojedinih linija na osnovu čega je određena međusobna induktivnost.

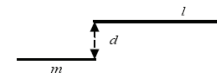
- Položaj 1. za

$$M_{1,3}, M_{1,5}, M_{1,7}, M_{1,9}, M_{1,11}, M_{3,5}, M_{3,9}, M_{3,13}, M_{5,11}, M_{5,13}, M_{7,13}, M_{9,13}$$



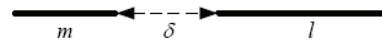
$$2M = M(l + m + \delta, d) + M(\delta, d) - M(l + \delta, d) + M(m + \delta, d)$$

- Položaj 2. za $M_{1,3}, M_{3,5}, M_{5,7}, M_{7,9}, M_{9,11}, M_{11,13}$



$$2M = M(m + l, d) - M(l, d) - M(m, d)$$

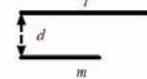
- Položaj 3. za $M_{1,13}, M_{3,7}, M_{3,11}, M_{5,9}, M_{7,11}$



$$M = (l + m + \delta) \cdot \ln(l + m + \delta) - (l + \delta) \cdot \ln(l + \delta) - (m + \delta) \cdot \ln(m + \delta) + \delta \ln \delta$$

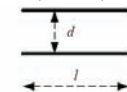
- Položaj 4. za $M_{2,6}, M_{2,10}, M_{4,12}, M_{8,12}$ i

$$M_{2,4}^-, M_{2,8}^-, M_{2,12}^-, M_{10,12}^-$$



$$2M = M(m, d) + M(l, d) - M(l - m, d)$$

- Položaj 5 za $M_{6,10}, M_{4,8}$ i $M_{4,6}^-, M_{4,10}^-, M_{6,8}^-, M_{8,10}^-$

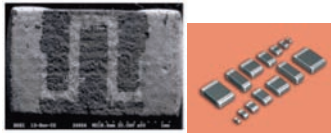


$$M = M(l, d) = 2l \cdot \left(\ln \left(\frac{l}{d} + \sqrt{1 + \left(\frac{l}{d} \right)^2} \right) - \sqrt{1 - \left(\frac{d}{l} \right)^2} + \frac{d}{l} \right)$$

4. ANALIZA REZULTATA SIMULACIJA

S obzirom na to da se EMI potiskivači dizajniraju u različitim geometrijskim oblicima, pojedini parametri provodne strukture bitno će uticati na promenu impedanse, otpornosti, kapacitivnosti, Q faktora i induktivnosti, a samim tim i na frekvenciju potiskivanja elektromagnetnih interferencija.

Realizovan EMI potiskivač strukture „Meandar“ prikazan je bez nanešenog gornjeg sloja feritnog materijala na slici 4. Provodni segmenti su širine $w=150 \mu\text{m}$, debljine $t=10 \mu\text{m}$ i dužine $l=1\text{mm}$. Rastojanje između dva susedna segmenta je $p=450 \mu\text{m}$. Izvodi se nalaze na visini $h_{C1}=h_{C2}=600 \mu\text{m}$, a dužine su im $l_{C1}=l_{C2}=500 \mu\text{m}$. Provodne linije su izrađene od platine. Struktura „Meandar“ je realizovana u feritnom materijalu F19.

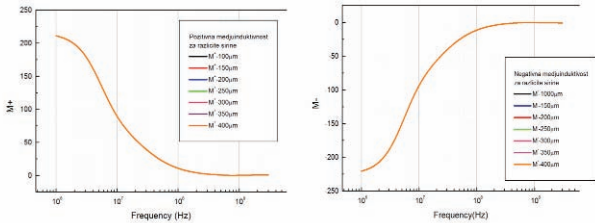


Slika 4. Prikaz realizovane strukture meandar bez nanješnog gornjeg feritnog sloja

Naredne tabele i grafici pratiće promenu navedenih parametara sa promenom širine provodne linije. Širina provodne linije se menja od 100 μm do 400 μm , sa korakom od 50 μm .

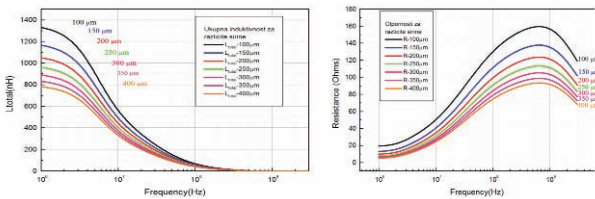
Tabela 1. Promena parametara strukture „Meandar“ sa promenom širine provodnog sloja

w [μm]	L_s [nH]	M^+ [nH]	M^- [nH]	L_{tot} [nH]	C_e [nF]
100	1339,935	211,069	-220,732	1330,272	1,067
150	1175,067	211,069	-220,732	1165,404	1,110
200	1058,725	211,069	-220,732	1049,062	1,153
250	969,942	211,069	-220,732	960,279	1,196
300	898,954	211,069	-220,732	889,291	1,240
350	840,414	211,069	-220,732	830,751	1,284
400	791,072	211,069	-220,732	781,409	1,310



Slika 5. Grafik promene pozitivne i negativne međusobne induktivnosti sa promenom širine provodnog sloja

Međusobne induktivnosti provodnih slojeva ne zavisi od širine provodne linije (tabela 1 i slika 5). Kako širina provodnog sloja raste, induktivnost opada (Slika 6.) Induktivnost je najveća za najmanje širine provodne linije, u ovom slučaju za vrednost 100 μm , pri frekvenciji od 1MHz. Maksimalna vrednost induktivnosti iznosi 1330,272 nH.



Slika 6. Grafik zavisnosti induktivnosti i otpornosti od frekvencije za različite širine provodnog sloja

Tabela 2. Promena otpornosti za različite širine w

w[nH]	Rmax[Ω]	f[Hz]
100	159,454	645 654 229
150	137,700	650 628 875
200	123,549	650 628 875
250	113,223	650 628 875
300	105,204	650 628 875
350	98,725	650 628 875
400	93,343	655 641 849

Povećanjem širine provodne strukture, otpornost se smanjuje (tabela 2 i slika 7) i najmanju vrednost ima na frekvenciji od 655,6 MHz, za $w = 400\mu\text{m}$. Najveća otpornost je pri frekvenciji od 645,6 MHz, za $w = 100\mu\text{m}$.

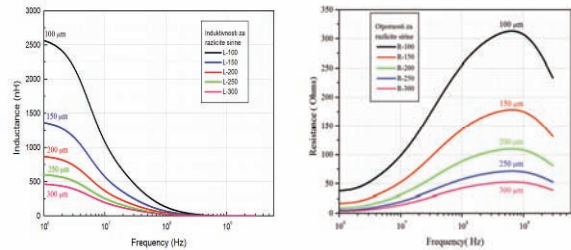
Promenom širine w , menjaće se i rastojanje, a sve to bitno će uticati na promenu induktivnosti, otpornosti, impedanse, Q faktora.

Tabela 3. Promena parametara strukture meandar sa promenom rastojanja između provodnih linija

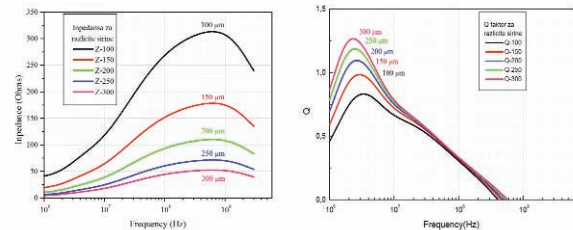
W[nH]	p=2w	N	Dtot	L@2MHz	Rdc
100	239	29	32,01	2 565,034	339,3
150	305	29	22,01	1 359,510	155,5
200	385	23	16,01	868,987	848
250	500	9	12,01	601,121	509
300	592	7	10,01	463,396	356

W[nH]	C[nH]	Zmax[Ω]	fmax[Hz]	Zmax/Rdc
100	4,043	313,218	616 595 002	0,92
150	2,892	178,269	621 345 752	1,14
200	2,186	110,064	621 345 752	1,29
250	1,701	71,494	621 345 752	1,40
300	1,469	52,608	621 345 752	1,47

Induktivnost L , pri frekvenciji rada od 2MHz, menja svoju vrednost sa promenom širine provodnog sloja strukture meandar i sa duplo većim rastojanjem između provodnih slojeva. Maksimalna vrednost induktivnosti iznosi 2 565.034 H. Isto se odnosi i na otpornost R_{DC} i impedansu Z_{max} (slika 8). R_{DC} je najveće za $w=100\mu\text{m}$ i iznosi 393,3 Ω , a Z_{max} 313,218 Ω (tabela 3).



Slika 7. Zavisnost induktivnosti i otpornosti strukture meandar od frekvencije za različita rastojanja p



Slika 8. Zavisnost impedanse i Q faktora od frekvencije za različita rastojanja p

Ukupna dužina provodne linije D_{TOT} jednaka je dužini ukupnog broja N zavoja strukture meandar i dužini izvoda provodnog sloja.

$$D_{TOT} = l_{c1} + h_{c1} + 2 * N * l + (2N + 1) * p = 2,01mm + 2Nl + (2N + 1)p \quad (11)$$

$$D_{TOT} = 2,01mm + 2N * 1mm + (2N + 1) * 2 * w$$

Provodni sloj sastavljen od n pravih segmenata, širine w , debljine t i specifične provodnosti ρ , ima otpornosti feritnog EMI potiskivača u jednosmernom režimu

$$R_{DC} = \rho \frac{l_{tot}}{wt}, \quad (12)$$

gde je l_{tot} ukupna dužina provodnog sloja:

$$R_{DC} = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{D_{TOT} - l_{c1} - l_{c2}}{w * t}. \quad (13)$$

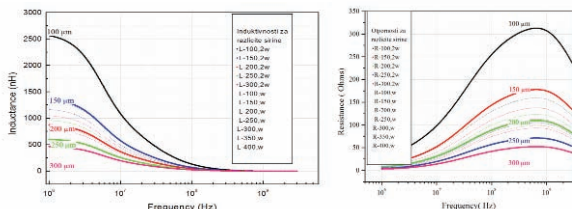
Maksimalna impedansa strukture koja se ostvaruje u okolini rezonantne feromagnetske frekvencije iznosi $Z_{MAX}=313,22 \Omega$.

Za najveći odnos maksimalne impedanse i otpornosti feritnog EMI potiskivača, $Z_{MAX}/R_{DC}=1,47$, širina poprečnog preseka je $w = 300\mu\text{m}$, a debljina $t=10\mu\text{m}$.

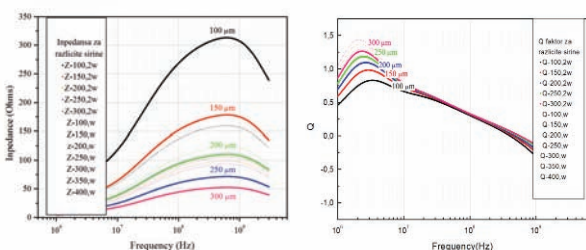
5. DISKUSIJA DOBIJENIH REZULTATA

Kao rezultat sprovedenih simulacija, za izračunate vrednosti mogu se prikazati zavisnosti:

- ukupne induktivnosti u zavisnosti od frekvencije;
- ukupne impedanse u zavisnosti od frekvencije;
- ukupne otpornosti u zavisnosti od frekvencije;
- Q-faktora u zavisnosti od frekvencije;



Slika 9. Zavisnost induktivnosti i otpornosti strukture meandar od frekvencije za različite w i p



Slika 10. Zavisnost impedanse i Q faktora strukture meandar od frekvencije za različite w i p

Zavisnost induktivnosti od frekvencije $L_L=f(f)$ je istog oblika za obe strukture (određena je karakteristikama feritnog materijala), ali maksimalna vrednost induktivnosti je različita. Induktivnost je manja za strukturu za koju je rastojanje između provodnih linija strukture meandar duplo veće od širine provodnog sloja, a da se pri tome postepeno povećava broj zavojaka strukture meandar. Oblik zavisnosti ukupne impedanse Z od frekvencije $Z=f(f)$ je istog oblika za obe strukture meandra (slika 10).

Prikazani su rezultati dobijeni simulacijama za strukturu kod koje se menja širina provodnog sloja i za strukturu meandar kojoj se menja broj zavojaka i rastojanje između provodnih linija. Povećanjem frekvencije, serijska otpornost dominira i potiskivač se ponaša kao frekventno-zavisan otpornik.

Ukupna impedansa ima maksimalnu vrednost Z_{MAX} u okolini ferimagnetske rezonantne frekvencije. Ovakav potiskivač se može koristiti za eliminisanje smetnji koje nastaju pri frekvencijama višim od 100 MHz. Ukupna impedansa ima maksimum Z_{MAX} pri frekvenciji od 0.62GHz, a kada se linije nalaze na duplo većim rastojanjima od širine provodnog sloja pri frekvenciji od 0,65GHz. Otpornost R_{DC} je manja za veće širine provodnog sloja, dok dosta manje vrednosti ima ako se poveća broj zavojaka strukture meandar ili ako se rastojanje poveća na duplo veću vrednost u odnosu na širinu provodnog sloja (slika 9). Odnos Z_{MAX}/R_{DC} ima maksimalnu vrednost 1,47 kada je širina provodnog sloja najveća i iznosi $300\mu\text{m}$, a debljina provodnog sloja $10\mu\text{m}$.

6. ZAKLJUČAK

Feritni EMI potiskivači se sastoje od provodnog sloja visoke provodnosti u feritnom materijalu. Ukupna impedansa potiskivača zavisi od permeabilnosti feritnog materijala i geometrije provodnog sloja i jezgra. Da bi se odredile električne karakteristike EMI potiskivača korišćen je softverski alat SPIS, kako bi se odredila optimalna geometrija provodnog sloja. Na osnovu izvršenih simulacija i predstavljenih tabela i grafikona ustanovljeno je da bi najbolji rezultat dale strukture sa najvećim brojem zavojaka $N=29$, sa širinom provodnog sloja od $100\mu\text{m}$, i međusobnim rastojanjem provodnog sloja od $2*100\mu\text{m}$, pri čemu impedansa ima najveću vrednost od $313,22 \Omega$, i induktivnost od $2\,565,034 \text{ nH}$.

Ukupna impedansa ima maksimum Z_{MAX} pri frekvenciji od 0.65 GHz. EMI potiskivač izrađen u materijalu F19 kao struktura meandar sa $N=29$ segmenata, sa širinom provodnog sloja od $100\mu\text{m}$ i dvostruko većim rastojanjem, imaće najveće slabljenje interferencija na frekvenciji od 0.65GHz ili 650MHz. S obzirom na to, ovaj EMI potiskivač naći će veliku primenu u uređajima i komponentama koje rade na frekvencijama od 650MHz.

7. LITERATURA

- [1] G. Oranchak, „Application Considerations of the Non-Linear Ferrite Characteristics“, Coil Winding Proceedings, pp. 121-126, Sept. 1990.
- [2] Technical Information from Murata, „Noise Suppression by EMIFIL Application Guides“, Available online www.murata.com/
- [3] Technical Information from Epcos, „Ferrite Toroids for LAN and EMI Applications“, Available online at www.epcos.com, 2004.
- [4] Technical Information from FDK: „General-purpose small ferrite cores (Ni-Zn ferrites)“, <http://www.fdk.co.jp>, 2003.
- [5] Technical Information from Philips, „Soft Ferrites and Accessories“, Available online at www.acm.components.philips.com, 2000.
- [6] Y. Qin, T.W. Holmes, K. Naishadham, “RF equivalent circuit modeling of ferrite-core inductors and characterization of core materials“, IEEE Trans. on EMC, Vol. 44, No. 1, Feb. 2002, pp: 258 – 262.
- [7] U. Reggiani, G. Grandi, G. Sancineto, M. K. Kazimierczuk, A. Massarini, “High-frequency behavior of laminated iron-core inductors for filtering applications“, IEEE Trans. on Magnetics, Vol. 2, 6-10 Feb. 2000, pp: 654-660.
- [8] M. Damnjanović, Lj. Živanov, G. Stojanović, „Modelovanje i simulacija karakteristika EMI potiskivača“, *INFOTEH 2005*, 23-25. mart 2005, Jahorina, Republika Srpska.

Kratka biografija



Maja Miletić rođena je u Olovu 1985. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektronika odbranila je 2014. godine.

UPRAVLJANJE ALARMIMA U DMS SOFTVERU**ALARM MANAGEMENT IN DMS SOFTWARE**Srđan Šobić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisan razvoj standarda, smernica i drugih dokumenata za efikasan rad alarmnih sistema, kao i opis najčešće korišćenih strategija za razvoj ili unapređenje postojećih alarmnih sistema. Takođe je predstavljen opis rada alarmnog sistema u okviru DMS softvera i dati su predlozi za unapređenje.

Abstract – This paper describes the development of standards, guidelines and other documents for the efficient operation of alarm systems, and a description of the most commonly used strategies for the development or improvement of existing alarm systems. The paper also presents description of the alarm system within the DMS software and offers suggestions for its improvements.

Ključne reči: Alarmni sistemi, ISA-18.2 standard, EEMUA 191 vodič, DMS/SCADA sistemi

1. UVOD

Razvoj alarmnih sistema je tekao uporedo sa razvojem same industrije. Prvobitni alarmni sistemi su bili ograničeni zbog nedostatka fizičkog prostora, kao i ograničenih fizičkih resursa za njihovu implementaciju. Sa pojavom distribuiranih upravljačkih sistema 70-tih godina, dolazi do bitnog pomaka u unapređenju industrijskih sistema, kao i alarmnih sistema. Sa razvojem računara, alarmni sistemi su postali sofisticiraniji, konfiguracija i rad su bili pojednostavljeni. Kao posledica razvoja, sa povećanjem složenosti sistema rastao je i broj alarma, tj. nije bilo potrebe za ograničenjem njihovog broja, pa se operater u situacijama uzbuna susretao sa velikim brojem alarma. Značajan broj ovih alarma su označeni kao nepoželjni alarmi. Ova pojava je dovođila do nemogućnosti operatera da se izbori sa trenutnom situacijom i za rezultat javljali su se brojni incidenti, pa čak i velike nesreće, sa materijalnim gubicima. Nedostatak efikasnog upravljanja alarmnim sistemima podstakao je udruživanje korporacija sa ciljem da se razvije standard koji pospešuje rad alarmnih sistema u industrijama.

2. RAZVOJ STANDARDA

Ozbiljan rad na razvoju standarda za upravljanje alarmima je započeo 90-tih godina udruživanjem brojnih korporacija. Kao razlog za ozbiljan pristup razvoju standarda prethodio je niz incidenata i nesreća u industrijskim postrojenjima koji je rezultovao velikim materijalnim i tehničkim gubicima. EEMUA (*Engineering Equipment and Materials Users Association*) je 1999. godine prva objavila smernicu “EEMUA Publication no. 191, Alarm

Systems, a Guide to Design, Management and Procurement” [1]. Ovaj dokument koji je 2007. godine izmenjen, predstavljao je “de facto” standard i glavni vodič za stvaranje svetskog konsenzusa o principima i praksama za upravljanje alarmima u industrijama. Akcenat ovog dokumenta je stavljen na rad operatera, tačnije na njegovo opterećenje. Ako je operater preopterećen alarmima, tada je alarmni sistem beskoristan. Dokument nudi definisane pokazatelje performansi prema kojima bi se sistemi trebali usaglasiti. EEMUA 191 nalaže da bi svaki alarm trebao da bude koristan, odnosno ne bi trebalo da postoji alarm ako ne postoji definisana akcija. Nakon 1999. godine brojni standardi i dokumenti o upravljanju alarmima su napisani u duhu EEMUA 191 vodiča.

2009. godine je objavljen i usvojen ISA-18.2 standard “Management of Alarm Systems for Process Industries” [1]. Ovaj standard se zasniva na radu i idejama iz EEMUA 191 vodiča. Cilj ISA-18.2 standarda jeste da se uspostavi terminologija i procesi razvoja alarmnog sistema, uključujući definisanje, projektovanje, rad i održavanje, izmenu i druge procese za efikasan alarmni sistem. Oni su organizovani u obliku životnog ciklusa (*Alarm Management Lifecycle*). Takođe nudi preporučene pokazatelje performansi koji se koriste za proveru kvaliteta sistema. Prema standardu, alarm predstavlja događaj koji zahteva odgovor operatera u odgovarajućem vremenskom periodu. I EEMUA 191 vodič i ISA-18.2 standard obuhvataju najbolje prakse za upravljanje alarmima, prikupljene od članica grupa. Preporučeni pokazatelji performansi su grubo estimirani i potrebno ih je prilagoditi postrojenjima. Upotreba EEMUA 191 nije mandatorna. On je prepoznat i priznat od strane regulatornih tela kao dokument sa dobrim praksama. ISA-18.2 standard je proširio oblasti EEMUA 191 i pretenduje da postane novi široko priznat “de facto” standard.

3. STRATEGIJE RAZVOJA SISTEMA ZA UPRAVLJANJE ALARMIMA

Na osnovu definisanih standarda, smernica, i drugih praktičnih iskustava dizajniran je skup strategija za unapređenje alarmnih sistema, primenljiv u različitim oblastima industrijskih delatnosti. U nastavku će biti dat pregled najčešće primenjivanih strategija.

3.1 Životni ciklus upravljanja alarmima

Strategija koju nudi ISA-18.2 standard [2] je predstavljena u formi životnog ciklusa koju čini 10 faza (slika 1).

Razvoj filozofije alarma. Razvoj dokumenta koji sadrži pravila za definiciju, klasifikaciju alarma, određivanje prioriteta, definisanje HMI, kao i upravljanje promenama u konfiguraciji. Obuhvata ključne definicije za ostale faze životnog ciklusa. Utvrđuje ključne pokazatelje uspešnosti, prihvatljiva opterećenja za operatera, kao i faze obuke, odnosno treninga operatera.

NAPOMENA:

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

Proces identifikacije. Procena važnosti svakog alarma korišćenjem metoda analize opasnosti procesa, istraživanja incidenata i druge. Dokumentacija uzroka alarma, mogućih posledica, vremena odziva na alarme.

Proces racionalizacije. Usklađivanje svih alarma u odnosu na principe i zahteve iz filozofije alarma i dokumentovanje kao podrška ostalim fazama životnog ciklusa. Definisane poželjne osobine svih alarma i liste alarma koji ne bi trebalo da postoje.

Proces detaljnog dizajniranja. Projektovanje alarma u odnosu na zahteve iz filozofije alarma i racionalizacije. Za konfiguraciju alarma se koriste podaci iz baze podataka alarma. Rad na unapređenju HMI karakteristika.

Proces implementacije. Puštanje i testiranje sistema tokom rada, naročito u slučajevima kad se novi elementi dodaju u sistem tokom vremena. Obuka operatera u cilju povećanja njihove spremnosti i efikasnosti.

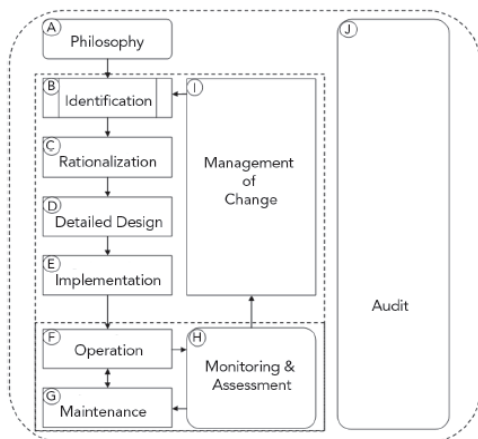
Rad. Istraživanje alata koje operateri koriste za rad sa alarmima, kao što su alati za potiskivanje alarma ili za pristup podacima iz faze racionalizacije.

Održavanje. Izvođenje alarma iz operativnog stanja u cilju popravke, zamene ili testiranja, uz opis pratećih procedura i dokumentovanja razloga otklanjanja iz upotrebe.

Praćenje i procena. Analiza performansi alarmnog sistema u odnosu na preporučene pokazatelje performansi definisanih u standardu.

Upravljanje promenama. Odobranje svih promena u okviru alarmnog sistema, kao što su dodavanje ili brisanje alarma, promena atributa alarma.

Faza revizije. Periodični pregledi performansi alarmnog sistema u odnosu na principe i kriterijume iz filozofije alarma, kako bi se održao integritet alarmnog sistema i identifikovale oblasti unapređenja.



Slika 1. Životni ciklus upravljanja alarmima

3.2 Pristup razvoju sistema za upravljanje alarmima u sedam koraka

Navedena strategija [3] je nastala u skladu sa principima ISA-18.2 standarda, mada je primenjivana i sa upotrebom drugih standarda. U nastavku je dat pregled faza navedene strategije.

Razvoj, primena i održavanje filozofije alarma. Prime-na najboljih praksi za dizajn alarma, implementacija i održavanje. Definisane ključnih pokazatelja performansi u skladu sa korišćenim standardom.

Prikupljanje podataka i testiranje sistema. Poređenje alarmnog sistema sa pokazateljima performansi. Nivo

performansi svih alarma se klasifikuje, omogućavajući definisanje loših faktora.

Rezolucija loših alarma. Identifikacija i uklanjanje nevalidnih alarma, čime se opterećenje alarmnog sistema tipično redukuje za oko 50%.

Racionalizacija i dokumentacija alarma. Analiza alarma, pregled njihove svrhe i konfiguracije. Kreiranje baze podataka sa rekonfigurisanim osobinama alarma.

Revizija alarmnog sistema. Revizija omogućava održanje efikasnosti alarmnog sistema. Takođe garantuje očuvanje konzistentnosti konfiguracije alarm baze podataka u svakom trenutku.

Implementacija sistema za upravljanje u realnom vremenu. Poređenje ishoda faze racionalizacije i dokumentacije alarma sa pokazateljima performansi. Zasnivano na performansama koje treba da postigne alarmni sistem, potrebno je implementirati naprednija rešenja za rukovanje alarmima.

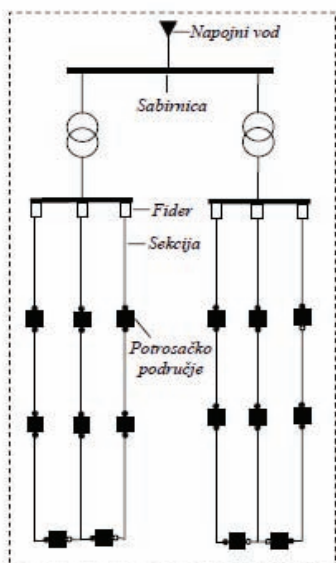
Kontrola i održavanje unapređenog sistema. Inteligentno upravljanje alarmima je integrisano u procedure rada i održavanja (upravljanje promenama), što omogućava održiv inteligentni sistem za upravljanje alarmima, uprkos procesima i sensorima koji se menjaju tokom vremena.

4. PRIMENA U DMS SOFTVERU

DMS (*Distribution Management System*) predstavlja softversku platformu zasnovanu na servisima i aplikacijama za obezbeđivanje efektivne funkcionalnosti distributivnih mreža i bezbednog napajanja električnom energijom pri minimalnim troškovima. Sa ovim sistemom se obezbeđuje veoma kvalitativno obavljanje svih tehničkih poslova u distributivnom preduzeću: nadzor i komandovanje, analiza, upravljanje i druge funkcije. Na osnovu fizičke šeme mreže formira se model podataka koji sadrži sve informacije o distributivnoj mreži. Distributivnu mrežu odlikuje veliki broj tačaka, koje se kategorišu u nekoliko tipova. Distributivne mreže su uglavnom radijalne (slika 2), mada su neki delovi izrađeni sa petljastom tehnologijom da bi se obezbedilo sigurno napajanje iz više izvora ukoliko dođe do kvara dela mreže. Ako se desi kvar u distributivnoj mreži, zaštitni sistem će otvoriti potreban prekidač kako bi se izolovali uređaji u kvaru. U zavisnosti od podešavanja zaštite sistema, prekidač može automatski da se ponovo zatvori radi provere postojanja kvara. Ako je kvar u primarnoj stanici, zaštitni sistem bi trebao da otvori prekidače oko opreme u kvaru. Komandovanje prekidačima unutar primarne stanice se može izvršiti daljinskim putem.

U cilju prikupljanja podataka DMS se oslanja na SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) sistem, koji je zadužen za prikupljanje informacija od uređaja na terenu u realnom vremenu. Elementi distributivne mreže su povezani sa RTU (*Remote Terminal Unit*) ili PLC (*Programmable logic controller*) uređajima koji očitavaju vrednosti sa senzora i preko komunikacionog sistema šalju informacije ka glavnoj SCADA stanici ili MTU (*Master Terminal Unit*). Preko glavne terminalne jedinice moguće je komandovanje udaljenim terminalnim jedinicama. Prikupljeni podaci se smeštaju u bazu podataka koju DMS koristi za brojne energetske proračune i njihov prikaz. Prilikom prikupljanja informacija komponenta za rad sa alarmima i događajima u okviru DMS sistema vrši poređenje primljenih informacija sa predefinisanim

vrednostima za svaku tačku, kao što su opsezi u kojima se vrednosti mogu nalaziti, dozvoljena razlika dve uzastopne



Slika 2. Primer radijalne distributivne mreže

vrednosti, nekomandovana promena stanja prekidača, i ostale. Nakon što se ispune uslovi za generisanje nekog tipa alarma, on se upisuje u određene tabele baze podataka (*AlarmSummary*) sa brojnim karakteristikama kao što su *ID*, vreme nastanka, prioritet, tekst poruke, mesto pripadnosti alarma (Stanica, podstanica, blok) i drugi. Alarmi se takođe generišu za neuspešna komandovanja operatera iz komandne sobe ili za vremenska kašnjenja tokom komandovanja. Operater dobija liste generisanih alarma na osnovu kojih može da izvrši akcije kao što su potvrda (*Acknowledge*), mutiranje (*Silence*), potiskivanje (*Suppress*) i druge.

4.1 Rad alarmnog sistema

Upravljanje alarmima predstavlja klasičan problem za *DMS/SCADA* sisteme. Zbog velikog broja tačaka u sistemu čije se vrednosti prikupljaju i obrađuju, postoji i veliki broj potencijalnih alarma sa kojima se operateri mogu susretati. Taj broj raste sa proširenjem distributivne mreže. Zbog pretežno radijalne organizacije distributivne mreže javlja se tipičan problem, a to je pojava **kaskadnih alarma**, odnosno sekundarnih alarma, nastalih nakon pojave alarma usled kvara dela mreže, što se dalje prolongira na ostale zavisne komponente. Veliki broj alarma se stvara u kratkom vremenskom periodu što utiče na nemogućnost operatera da brzo odredi tačan uzrok njihove pojave, kao i da primeni korektivnu akciju da bi se problem rešio. Za posledicu ima nemogućnost pravilnog i efikasnog rukovođenja sistemom što može dovesti do većih incidenata sa visokim tehničkim i materijalnim gubicima. Osim toga operateri se susreću i sa sledećim problemima:

Neprikazivanje preporučene korektivne akcije ili grupe korektivnih akcija za alarm. Nepostojanje prikaza korektivne akcije ili saveta za razrešenje alarma može imati uticaja u situacijama kada je prikazan velik broj alarma. Zbog povećanog pritiska da reaguje na alarmantne situacije i reguliše alarme u najkraćem roku, operater vrlo često može preduzeti pogrešne korake ili da reaguje sa vremenskim kašnjenjem.

Veliki broj alarma sa visokim prioritetom. Značajan broj prikazanih alarma operateru tokom alarmantnog stanja na terenu je visokog ili srednjeg prioriteta, što utiče na smanjenje efikasnosti operatera, gledajući sa aspekta redosleda primene odgovarajuće akcije na alarm. U situacijama kada postoji više alarma istog prioriteta (npr. visoki prioritet), postavlja se pitanje koji bi alarm trebalo prvo rešiti, odnosno koji alarm zahteva više pažnje.

Veliki broj različitih tipova prioriteta. Postojanje velikog broja mogućih tipova prioriteta ima uticaja prilikom određivanja prioriteta alarma sa jedne strane, kao i na rad operatera sa druge. Otežano je definisanje granica između prioriteta, i dodela odgovarajućeg prioriteta alarmu. Tako može postojati situacija da dva alarma istog tipa imaju različite prioritete. Takođe je teško odrediti važnost određenog alarma na osnovu njegovog prioriteta u situacijama prikaza većeg broja alarma sa različitim prioritetima.

4.2 Predlozi za unapređenja alarmnog sistema

U cilju unapređenja performansi alarmnog sistema u okviru *DMS* sistema, od ključnog značaja je definicija i primena strateškog plana koji obuhvata faze racionalizacije alarma, implementaciju, testiranje rada, upravljanje svim promenama u sistemu i održavanje dobijenih performansi. Prvi zadatak prilikom unapređivanja postojećeg alarmnog sistema jeste izrada dokumenta koji sadrži opširne informacije o alarmima, uključujući karakteristike alarma, uzroke, moguće posledice, vreme odgovora, korektivnu akciju ili grupu akcija koje bi operater trebao da primeni. Dalje usavršavanje alarmnog sistema bez ovog dokumenta bi moglo dodatno da utiče na povećanje loših karakteristika sistema. Racionalizacija alarma je takođe ključan faktor koji je potrebno sprovesti, da bi se uklonili nerelevantni alarmi i izvršila rekonfiguracija postojećih alarma. *ISA-18.2* standard nalaže upotrebu najviše 3 do 4 vrste prioriteta, gde najveći broj alarma predstavljaju alarmi nižeg prioriteta (oko 85%), dok alarmi viših prioriteta imaju manje učešće (oko 15% su alarmi srednjeg prioriteta i 5% predstavljaju alarmi višeg prioriteta).

Prilikom pojave kvara na delu opreme distributivne mreže, generiše se veliki broj alarma, uključujući alarme na uređajima koji su zavisni od uređaja u kvaru, tzv. kaskadni alarmi. Analiza ovih alarma i otkrivanje uzroka kvara bi bili mnogo jednostavniji kada bi alarmi vezani za uzrok kvara bili grupisani unutar sintetizovanog alarma. Klikom na poruku sintetizovanog alarma, operater bi mogao pogledati sve (potvrđene) alarme ili događaje povezane sa sintetizovanim alarmom. Operater bi takođe mogao pročitati *SCADA* vrednosti izmerene neposredno pre nastanka incidenta. Za rešavanje ovog problema potrebno je implementirati mehanizam za **inteligentnu obradu alarma** i događaja. Svrha inteligentne obrade alarma jeste:

Smanjenje broja alarma koji se prikazuju operateru potiskivanjem nepoželjnih alarma i zamenom skupa generisanih alarma sa grupisanim alarmom.

Dijagnoza trenutne situacije koja se dešava u distributivnom sistemu. Dijagnoza iznosi jasnu ideju o uzrocima koji izazivaju alarme u elektroenergetskom sistemu.

Agregacija informacija. Grupisanje alarma/događaja koji dele isti koren, da bi prikazali *SCADA* podatke pre incidenta.

Inteligentna obrada događaja i alarma se može realizovati na više načina. Tokom poslednjih 20-tak godina, urađena

su mnoga istraživanja za smanjenje prekomerne količine podataka. Predloženo je nekoliko metoda, zasnovanih na ekspertskim sistemima, neuronskim mrežama, *fuzzy* logici, genetskim algoritmima, koje su eksperimentisane od strane istraživačke i industrijske zajednice. Ove metode zadržavaju kompleksnost u pogledu potrebe za konfiguracijom i održavanjem baze podataka. Ponekad mogu biti nepouzdanе i tada generišu neodgovarajuće dijagnoze, ili je teško razumeti njihov smisao. Takođe, može izostati sposobnost modelovanja univerzalnih, odnosno složenih situacija ili mogu imati problema sa performansama kod velikih distributivnih mreža. Od interesa su tehnike obrade alarma na osnovu modela mreže i upotrebe hronološkog koncepta.

Obrada alarma zasnovana na modelu [4] koristi postojeći model mreže, uključujući opis mreže, topologiju i model koji opisuje procese propagacije događaja. Ova tehnika se zasniva na zavisnosti između elemenata u distributivnoj mreži, kao na njihovom ponašanju. Topologija mreže se obično predstavlja preko grafova. Prilikom pristizanja podataka sa udaljenih uređaja i generisanja alarma, na osnovu modela se odredi glavni uzrok problema, vrši se filtriranje, odnosno redukovanje suvišnih alarma. Prednost ove tehnike ogleda se u ponovnoj iskoristivosti. Ukoliko se tehnika primenjuje na izmenjenu ili novu mrežu, ažurira se samo model mreže. Nema prikupljanja dodatnih informacija tokom obrade podataka u cilju određivanja uzroka incidenta. Podržava rad sa mrežama velikih dimenzija, uz određeno vreme za obradu. Vršiti se prikupljanje događaja u određenim vremenskim periodima, nakon čega sledi obrada skupa prikupljenih događaja.

Tehnika upotrebe hronološkog koncepta [5] je inovativan metod koji se zasniva na prepoznavanju uzroka korišćenjem šablona. Šabloni predstavljaju različite scenarije, tj. skupove događaja koji se izvršavaju za specifična topološka stanja u određenom vremenskom periodu. Opisani su skupom događaja i vremenskim ograničenjima između događaja. Na osnovu podataka o ponašanju relejne zaštite u sistemu se modeluju šabloni. Ti šabloni se zajedno koriste sa primljenim alarmima i SCADA podacima, posle čega sledi proces prepoznavanja specifičnih situacija. Kad se prepozna određena situacija, dolazi do sintetizovanja poruka alarma, gde se više alarma zamenjuju jednim detaljnim alarmom, sa opisom glavnih događaja, povezanih sekundarnih događaja, i očitanih SCADA podataka neposredno pre incidenta. Ova tehnika zahteva generisanje dodatnih podataka u cilju određivanja korena uzroka problema u mreži, što nije slučaj sa prethodnom. Obe tehnike su primenljive u cilju određivanja uzročnika problema.

Gledajući sa aspekta rada operatera koji nadgledaju stanja distributivne mreže, od interesa je implementacija naprednih tehnika kao što je **alarm shelving**, tj. privremeno potiskivanje alarma [2]. Ona podrazumeva premeštanje alarma u posebnu listu, iz koje ih je kasnije moguće vratiti u normalno stanje. Primena ove tehnike je korisna kada su ekrani zasićeni alarmima, pa se manje bitni alarmi premeštaju u posebne liste, redukuje se broj prikazanih alarma i operater može da se fokusira na važnije alarme. Moguće je definisati vremenski period tokom kojeg će alarmi biti privremeno potisnuti, nakon čega se vraćaju u normalno stanje ili se na neki drugi način operateru skreće pažnja na njihovo postojanje. Iako su skriveni, ovi alarmi

takođe zahtevaju akciju operatera. Takođe je poželjna mogućnost grupisanja alarma sa sličnim karakteristikama ili separacija prikaza alarma po određenim ključnim karakteristikama (prioritet, tip alarma, pripadnost, itd.), što pruža drugačiji pogled na prijavljene alarme i gde je moguće fokusirati se na izabranu grupu alarma.

Nakon primena tehnika za unapređenje alarmnog sistema, od interesa su stalne revizije performansi sistema. Potrebno je na osnovu standarda ustanoviti željene pokazatelje performansi za postojeći sistem, unaprediti i održavati dobijene performanse sistema u skladu sa utvrđenim pokazateljima. Primena strateškog plana predstavlja kontinualan i dugoročan proces.

5. ZAKLJUČAK

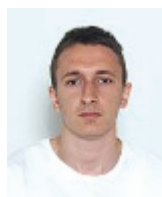
Uporedni razvoj alarmnih sistema pratio je razvoj industrija, pogotovo u periodu nakon uvođenja računarskih sistema u industrijskim proizvodnim procesima. Ipak, prava debata o kvalitetu i funkcionalnosti alarmnih sistema počinje 90-tih godina prošlog veka, udruživanjem vodećih kompanija. Rezultat uloženog rada i napora predstavlja *EEMUA 191* vodič, prihvaćen kao "de facto" standard, i *ISA-18.2* standard koji je potekao i obuhvatio oblasti *EEMUA 191*, i niz drugih praktičnih dokumenata. Kreirane su strategije usaglašene sa standardima za razvoj novih ili usavršavanje postojećih alarmnih sistema.

Gledajući sa aspekta unapređenja alarmnog sistema u sklopu *DMS* sistema, od interesa je definicija i primena pomenutog strateškog plana za poboljšanje kvaliteta alarmnog sistema. Prema istraživanjima ljudski faktor je uzrok oko 40% incidenata i katastrofa. Primenom plana bi se stvorilo efikasnije radno okruženje za korisnike i smanjila bi se mogućnost nastanka incidenta. Takođe je značajna realizacija podsistema za inteligentnu obradu alarma i događaja, čime bi se u značajnoj meri redukovao broj aktivnih alarma koji su prikazani operateru i smanjila količina prikazanih informacija, a sa druge strane bi se povećao kvalitet i jasnoća prikazanih informacija.

6. LITERATURA

- [1] ABB group, *Alarm Management for Power Generation*, 2011.
- [2] B. Hollifield, *Understanding and Applying the ANSI/ISA 18.2 Alarm Management Standard*, PAS 2010.
- [3] *Alarm Management and PlantState Suite*, PAS, Novatech, 2011.
- [4] A. Bauer, A. Botea, A. Grastien, P. Haslum, J. Rintanen, *Alarm Processing with Model-Based Diagnosis of Event Discrete System*, 2011
- [5] J. Taisne, *Intelligent Alarm Processor based on Chronicle Recognition for Transmission and Distribution System*, 2006.

Kratka biografija:



Srđan Šobić rođen je u Apatinu 1989. godine. Diplomski-Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjene računarske nauke i informatika odbranio je 2013. godine.

RAZVOJ WEB APLIKACIJE BAZIRANE NA WELD OKRUŽENJU I JSF 2.0 STANDARDU**DEVELOPING WEB APPLICATION USING WELD FRAMEWORK AND JSF 2.0 STANDARD**Mirna Slijepčević, Milan Vidaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu prezentovana je web aplikacija za rad sa elektronskim porukama koja korisnicima omogućuje slanje, prijem, odgovor i prosljeđivanje poruka. Za realizaciju aplikacije korišćen je programski jezik Java, uz oslonac na Weld okruženje za razvoj web aplikacija i korišćena je RichFaces biblioteka JSF 2.0 komponenti.

Abstract – This paper presents one web application made for use with electronic messages that allows users to send, receipt, reply and forward messages. Implementation of the application is done using Java programming language, relying on Weld framework and using RichFaces component library for JSF.

Ključne reči: Weld, JSF, RichFaces, CDI

1. UVOD**1.1 JSF**

JSF [1] je *component-based* Java okruženje za razvoj korisničkog interfejsa za web aplikacije. Fokus JSF je brz razvoj aplikacija: omogućava web dizajnerima da razviju jednostavne template za aplikaciju, a Java programerima da realizuju kod koji se izvršava u pozadini nezavisno od izgleda. Za razliku od drugih web okruženja JSF je standard. Najvažniji servisi koje JSF pruža su:

- MVC arhitektura
- Konverzija i validacija podataka
- Ajax podrška
- Custom komponente
- Internacionalizacija

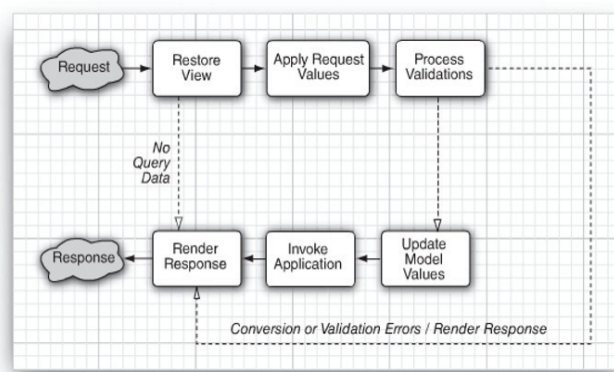
JSF 2.0 ima ugrađenu ajax podršku. Sa ajax-om web aplikacije mogu primati i slati podatke ka serveru asihrono bez mjenjanja trenutnog prikaza stranice, omogućava da sadržaj web stranice bude ažuriran odmah nakon što klijent izvrši akciju. Razlika između ajax i HTTP zahtjeva je u tome što ajax zahtjev samo djelomično procesira formu na serveru i djelomično renderuje DOM elemente na klijentu.

JSF 2.0 koristi Facelets kao VDL (*View Declarative Language*), to je tehnologija koja je usmjerena na

NAPOMENA:

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

izgradnju stabla komponenti i ispreplitanja sadržaja sa kompleksnim JSF lifecycle. JSF lifecycle prikazan je na slici 1. i obuhvata 6 faza kroz koje prolazi svaki zahtjev koji pristigne od klijenta.



Slika 1. JSF lifecycle

U Restore View fazi obnavlja se stablo komponenti (*view*) za traženu stranicu ako je stranica već bila prikazivana, ili se kreira novo ako se stranica prikazuje po prvi put.

Ako se stranica prikazuje prvi put slijedeća faza je Render Response, jer nema šta da se obrađuje, inače slijedeća faza je Apply Request Values, u kojoj se vrši ažuriranje server-side komponenti sa podacima od klijenta. Kada se dizajnira JSF stranica mogu da se dodaju validatori koji će da provjere tačnost unjetih podataka. Ovi validatori se izvršavaju u fazi Process Validation. Ako se validacija završi bez greške, JSF ciklus se nastavlja normalnim redoslijedom. Međutim, ako dođe do greške u toku validacije ili konverzije pnice odataka direktno se prelazi na Render Response fazu i ponovo se prikaze tekuća stanica, tako da korisnik može da ispravi unjete podatke. Nakon uspješne Process Validation faze prelazi se na Update Model Values fazu u kojoj se ažuriraju podaci modela, odnosno ažuriraju se bean-ovi koji su povezani sa komponentama.

U Invoke Application fazi izvršava se action metode koje treba nešto da radi sa podacima da se obradi zahtjev i da se izvrši navigira na drugu stranicu ako je potrebno.

I na kraju u Render Response fazi prikazuje se odgovor klijentu koji je poslao zahtjev.

1.2. RichFaces

RichFaces [5, 6] je komponentna biblioteka za JSF, koja ne samo da proširuje JSF nego ga čini i bogatijim. Pruža

rich i ajax komponente, skinove, client-side validaciju i CDK (*Component Development Kit*). Richfaces komponente podjeljene su u dvije tag biblioteke:

- *a4j* koja pruža page-level ajax podršku
 - *rich* koja pruža rich UI komponente.
- Mnoge rich komponente imaju ugrađenu ajax podršku, šalju zahtjev i ažuriraju dio stranice automatski. A postoje i komponente koje su *client-side* i nemaju ugrađenu ajax funkcionalnost. Bilo kojoj od ovih komponenata koja definiše bilo koji *client event handler*, kao npr. *onclick*, *onblur* može se dodati ajax funkcionalnost.

RichFaces je integrisan u JSF, pa je tako integrisan potpuno i u životni ciklus JSF. Ta integracija omogućuje RichFaces komponentama definisanje događaja koji će izazvati Ajax zahtjev i renderovati (osvježiti) druge komponente te stranice koje treba da budu sinhronizovane sa JSF stablom komponenti nakon promjena nastalih usljed Ajax zahtjeva.

Mnogi od tagova u *a4j* i *rich* tag bibliotekama imaju mogućnosti slanja Ajax zahtjeva:

- *a4j:commandButton* i *a4j:commandLink* su tagovi sa ugrađenom ajax podrškom i koriste se za slanje Ajax zahtjeva na *click* JavaScript događaj
- *a4j:poll* tag koristi se za slanje Ajax zahtjeva periodično koristeći timer
- *a4j:jsFunction* omogućuje slanje Ajax zahtjeva iz bilo kog HTML događaja ili JavaScript funkcije
- *a4j:ajax* tag koristi se za dodavanje ajax funkcionalnosti standardnim JSF komponentama i šalje Ajax zahtjev na izabrani JavaScript događaj kao *keyup*, *blur*, *mouseover*.

RichFaces pruža ugrađen set skinova koji omogućavaju da se izgled cijele aplikacije kontroliše sa jednog mjesta. Skin ne zamjenjuje CSS, koji je i dalje tu, nego osnovna ideja je da se uvede više apstrakcija kad se govori o *look and feel* aplikacije. Pored skupa ugrađenih skinova, postoji i mogućnost da se kreira custom skin.

1.3. WELD

Weld [4] je referentna implementacija CDI (*Contexts and Dependency Injection for the Java EE Platform*), koja je integrisana u mnoge Java EE aplikacione servere. CDI je Java standard za DI (*Dependency Injection*) i jedan je od važnijih dijelova Java platforme.

CDI definiše set usluga za Java EE okruženje koje znatno olakšava razvoj aplikacija. Pruža arhitekturu koja dozvoljava Java EE [2] komponentama, Servlet-ima, Enterprise bean-ovima, i Java bean-ovima da postoje unutar životnog ciklusa aplikacija sa dobro definisanim scope-om.

Primarni cilj uvođenja CDI je da okupi različite vrste bean-ova dostupnih u Java EE okruženju, kao JSF managed bean, EJB bean, i dr. CDI pomaže u definisanju „bean“ objekta koji se može koristiti u bilo kojem sloju Java EE platforme. Prije Java EE 6 termin bean koristio

se u različitim kontekstima, svaka Java klasa u web i enterprise aplikacija nazivala bean-om, čak i drugi framework-i kao Spring i Seam uveli su svoje značenje bean-a. Tek sa Javom EE 6 uspostavljena je zajednička definicija u Managed Beans specifikaciji. Managed Beans, poznati kao POJO (*Plain Old Java Object*) objekti, su definisani kao *container-managed* koji podržavaju skup osnovnih usluga, kao *resource injection*, *lifecycle callbacks* i interceptore. Druge specifikacije kao EJB i CDI grade se na ovom osnovnom modelu. Tako da svaka Java klasa sa konstruktorom bez parametra ili sa konstruktorom koji ima anotaciju *@Inject* je bean, to je klasa koja sadrži poslovnu logiku. Zavisnostima između bean-ova upravlja *container*, koji takođe upravlja i životnim ciklusom bean-a.

Glavna tema CDI je *loose-coupling with strong typing*. Bean samo specifikira tip i semantiku bean-ova od kojih zavisi, nema potrebe za poznavanjem njihovog životnog ciklusa, konkretne implementacije. Događaji, interceptori, dekoratori povećavaju inherenciju *loose-coupling* u ovom modelu:

- Događaji razdvajaju *event produces* od *event consumers*
- Interceptori razdvajaju tehnička pitanja od poslovne logike
- Dekoratori omogućavaju dijeljenje poslovne logike

CDI se nikad ne oslanja na *string-based* identifikatore da odredi kako se uklapaju objekti koji međusobno surađuju. Umejesto toga, CDI koristi informaciju koja već postoji u Java objektom modelu, *qualifier* anotacije, da poveže bean-ove, njihove zavisnosti, interceptore, dekoratore.

1.4. JavaMail API

JavaMail API [3] predstavlja osnovne komponente bilo kog email sistema na višem nivou. Ove komponente predstavljene su apstraktnim klasama u *java.mail* paketu. Klase koje API definiše mogu biti nasljeđene drugim klasama, koje dodavaju novu funkcionalnost implementirajući nove protokole kad je to potrebno.

Npr. apstraktna klasa *javax.mail.Message* predstavlja email poruku. Ona deklariše apstraktne metode za dohvaćanje i postavljanje raznih informacija o poruci, kao što su pošiljalac i primalac, datum slanja, *subject* poruke.

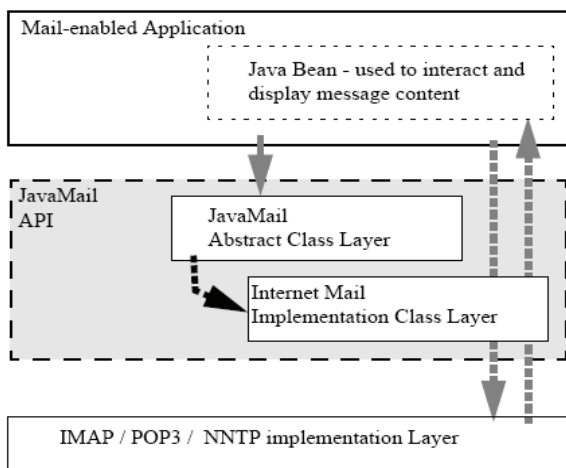
Apstraktna klasa *javax.mail.Folder* predstavlja kontejner poruka. Ona deklariše apstraktne metode za dohvaćanje poruke iz foldera, premještanje poruka iz foldera u folder i brisanje poruka iz foldera

API, takođe, pruža i konkretne klase koje nasljeđuju apstraktne klase koje implementiraju široko korišćene Internet mail protokole u skladu sa određenim specifikacijama. Ako se radi sa standardnim Internet email-om, tada se može koristiti *javax.mail.MimeMessage* umesto *javax.mail.Message*.

Arhitektura JavaMail čine komponente koje su smještene u dva sloja: apstraktni sloj (*abstract layer*) i implementacioni sloj (*implementacion layer*).

Apstraktni sloj sadrži sve klase, interfejse i apstraktne metode koje podržavaju sve mail sisteme. Elementi API-a sadržani u ovom sloju namjenjeni su da budu nasljeđivani sa ciljem da pružaju podrškustandardnim tipovima podataka i protokolima pristupa porukama i transportu poruka.

Implementacioni sloj implementira dio apstraktnog sloja koristeći internet standarde – RFC822 i MIME(Multipurpose Internet Mail Extensions).

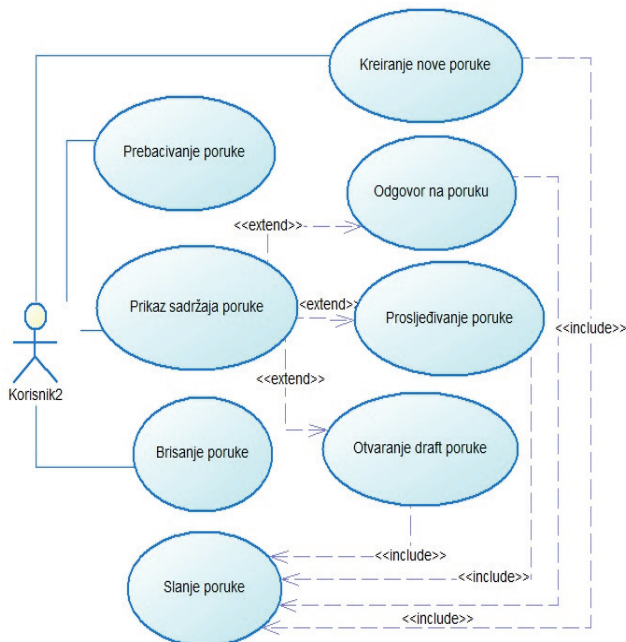


Slika 2. Arhitektura JavaMail-a

JavaMail koristi JavaBeans Activation framework (JAF) za rad sa dijelovima poruka, jer modernije email poruke sadrže zbujujući niz višejezičkog teksta i multimedijalne podatke koji su kodirani u neki format a JAF pruža mehanizme za prikaz i opis ovog sadržaja.

2. SPECIFIKACIJA I IMPLEMENTACIJA

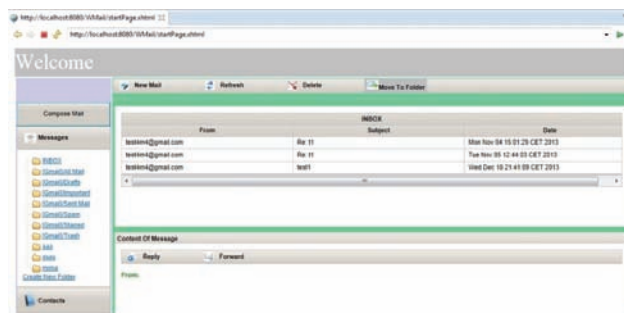
Specifikacija sistema predstavljena je UML dijagramima. Na slici 3. prikazani su slučajevi korišćenja za rad sa porukama: kreiranje nove poruke, pregled poruke, prosljeđivanje, brzi odgovor, brisanje poruke i prebacivanje poruke u drugi folder.



Slika 3. Dijagram slučajeva korišćenja

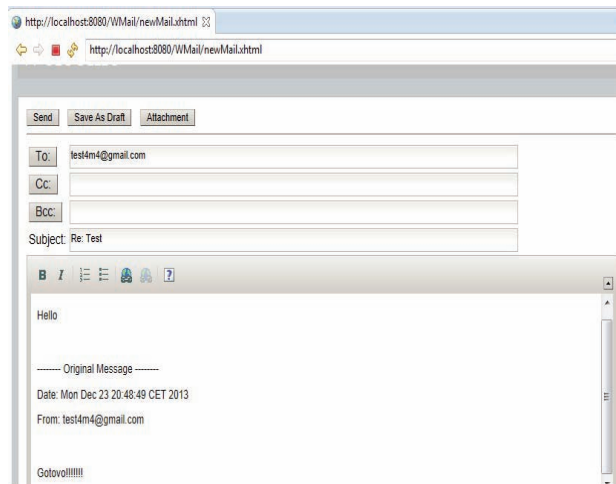
Aplikacija korisnicima pruža osnovne funkcije mail klijenta. Nakon što se klijent prijavi na sistem i uspostavi konekcija sa mail serverom, preuzimaju se folderi sa mail naloga, koji se prosljeđuju metodi za kreiranje strukture

stabla i korisnik se preusmjerava na početnu stranicu koja je prikazana na slici 4.



Slika 4. Početna stranica

Na Početnoj stranici nalazi se toolbar sa dugmadima *NewMail*, *Refresh*, *Delete*, *MoveToFolder*, stablo foldera, tabela sa porukama i panel za prikaz sadržaja selektovane poruke. Klikom na jednu poruku prikazuje se njen sadržaj u okviru panela za prikaz sadržaja poruke. Na panelu za prikaz sadržaja poruke nalaze se dugmat za odgovor na poruku, *Reply* i dugme za prosljeđivanje poruke, *Forward*. Klikom na jedno od ova dva dugmeta ili na *NewMail* dugme otvara se stranica za kreiranje nove poruke, koja je prikazana na slici 5.



Slika 5. Kreiranje nove poruke

Nakon kreiranja, poruka se može poslati klikom na dugme *Send* ili sačuvati u folderu za nedovršene poruke.

3. ZAKLJUČAK

U okviru ovog rada predstavljena je realizacija web aplikacije za rad sa email porukama, kao i kratak opis tehnologija koje su se koristile u realizacije aplikacije. Aplikacija korisnicima pruža osnovne funkcije mail klijenta, slanje, prijem, odgovor i prosljeđivanje poruke. Mogućnost premještanje poruke između foldera i ažuriranje liste kontakata. Korišćenje pomenutih tehnologija znatno je olakšalo razvoj aplikacije, iako je u aplikaciji korišćen tek mali dio funkcionalnosti i pogodnosti koje opisane tehnologije pružaju. Za razvoj korisničkog interfejsa web aplikacije koristile su se JSF i RichFaces komponente. JSF i RichFaces pružaju skup gotovih komponente koje pojednostavljaju kreiranje

korisničkog interfejsa i dovode to toga da se o njemu razmišlja na višem nivou naspram čistog HTML.

4. LITERATURA

- [1] E. Burns, C. Schalk. *JavaServer Faces 2.0, The Complete Reference*, 1st edition . McGraw-Hill, 2010.
- [2] *The Java EE 6 Tutorial*.
<http://docs.oracle.com/javaee/6/tutorial/doc/>
- [3] *JavaMail API*.
<http://www.oracle.com/technetwork/java/javamail/index.html>
- [4] *Weld - CDI Reference Implementation*.
<http://docs.jboss.org/weld/reference/latest/en-US/html/index.html>
- [5] *RichFaces Component Reference*.
http://docs.jboss.org/richfaces/4.3.X/4.3.2.Final/Component_Reference/en-US/pdf/Component_Reference.pdf
- [6] M.Katz, I.Shaikovsky. *Practical RichFaces*, 2nd edition. Apress. 2011.

Kratka biografija:

Mirna Slijepčević rođena je 1987. godine u Trebinju, Bosna i Hercegovina. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo -Primenjene računarske nauke i informatika, odbranila je 2014. godine.

Milan Vidaković rođen je 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.

UPRAVLJANJE AEROFOTOGRAMETRIJSKIM PROJEKTOM ZASNOVANO NA BAZAMA PODATAKA

MANAGEMENT OF AEROPHOTOGRAMMETRY PROJECT USING DATABASE

Ivan Arsenović, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazana primena baza podataka u fotogrametriji. Korišćenjem baze podataka upravlja se Aerofotogrametrijskim projektom. Vršiti se aerotriangulacija bloka avionskih snimaka. Dobijeni podaci se čuvaju u bazi podataka.

Abstract – This paper describes the use of databases in photogrammetry. Using a database to manage the aerophotogrametric project. Block aerotriangulation is performed on images taken by an airplane. The data are stored in a database.

Ključne reči: PostgreSQL, PostGIS, Baze podataka, Fotogrametrija

1. UVOD

U ovom radu je predstavljeno automatsko izvršavanje aerotriangulacije primenom matematičkih alata i baza podataka jednog aerofotogrametrijskog bloka. Aerofotogrametrijski projekat obuhvata blok vazdušnih snimaka, površine zemlje, dobijenih sa avionske platforme. Snimci se zajedno sa sirovim podacima učitavaju u bazu podataka. Blok snimaka se sastoji od više vazdušnih fotografija koje se preklapaju i tako zajedno pokrivaju veliku površinu zemlje. Sirovi snimci bez određene spoljašnje i unutrašnje orijentacije su praktično beskorisni. Primenom fotogrametrijskih i matematičkih alata, obradom podataka prikupljenih uz fotografije moguće je automatski odrediti orijentaciju svake fotografije u bazi podataka.

2. FOTOGRAMetriJA

2.1. Uvod u fotogrametriju

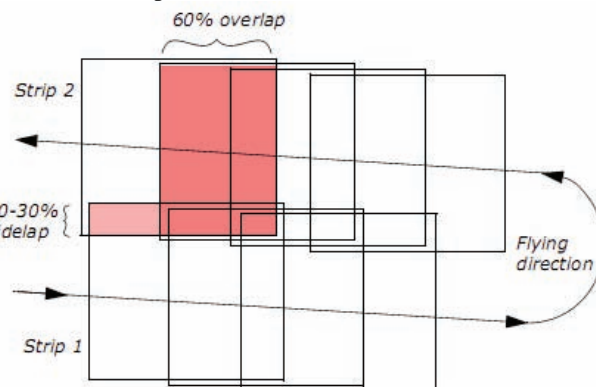
Fotogrametrija je “umetnost, nauka i tehnologija dobijanja informacija o fizičkim objektima i okruženju kroz proces snimanja, merenja i interpretiranja fotografija i modela elektromagnetskih radijacijskih objekata i drugih fenomena” (Američko Društvo za Fotogrametriju 1980). Tradicionalna, i najveća, primena fotogrametrije je izvlačenje topografskih informacija sa snimaka. Fotogrametrijske tehnike koje se koriste u ovom radu prevazilaze probleme na koje nailaze konvencionalne geometrijske korekcije primenom blok korekcije najmanjih kvadrata.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miro Govedarica, red.prof.

2.2. Prikupljanje podataka o fotografijama

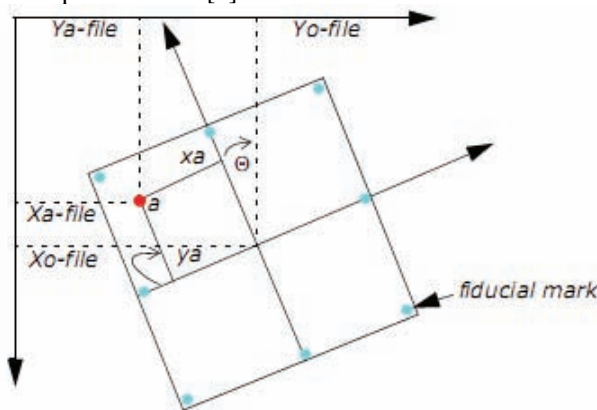
Prilikom prikupljanja podataka o fotografijama, preklapajuće fotografije se pojavljuju prilikom leta aviona. Korišćenjem više od jedne fotografije geometrija vezana za kameru/senzor slike, i zemlju može biti definisana sa većom tačnošću i preciznošću.



Slika 1. Blok vazdušnih slika

2.3. Unutrašnja orijentacija

Unutrašnja orijentacija definiše unutrašnju geometriju kamere ili senzora. Unutrašnja orijentacija se približno koristi za transformaciju piksel koordinatnog sistema ili drugog koordinatnog sistema merenja slike u koordinatni sistem prostora slike[1].



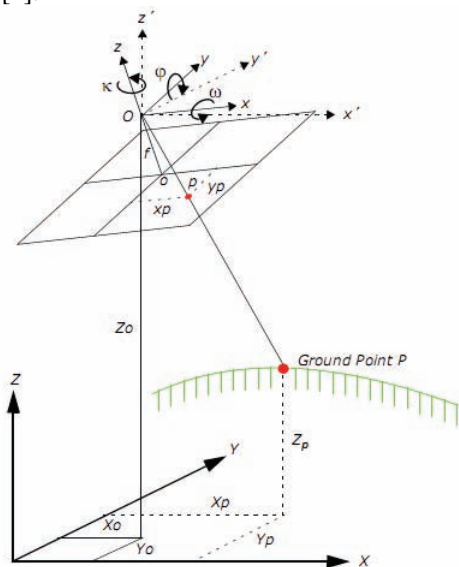
Slika 2. k.s piksel nasuprot k.s. prostora slike

Rubne markice (fiducijali) su uključene u izračunavanje unutrašnje orijentacije koja se koristi za prebacivanje koordinata iz piksela u milimetre. Rubne markice su merene na slici, a onda se upoređuju sa kalibrisanim koordinatama svake rubne markice. Korišćenjem 2D affine transformacije, definiše se veza između piksel i koordinatnog sistema prostora slike:

$$\begin{aligned} x &= a1 + a2 \cdot X + a3 \cdot Y \\ y &= b1 + b2 \cdot X + b3 \cdot Y \end{aligned} \tag{1}$$

2.4. Spoljašnja orijentacija

Spoljašnja orijentacija definiše poziciju i ugaonu orijentaciju kamere koja je uslikala fotografiju. Promenljive koje definišu poziciju i orijentaciju slike nazivaju se elementi spoljašnje orijentacije. Elementi spoljašnje orijentacije određuju karakteristike fotografije u trenutku snimanja. Pozicioni elementi spoljašnje orijentacije uključuju X_0 , Y_0 , i Z_0 . Oni definišu centar projekcije (O) u odnosu na koordinatni sistem zemlje (X, Y, i Z). Z_0 se odnosi na visinu kamere iznad nivoa mora, koja zavisi od datuma [1].



Slika 3. Elementi spoljašnje orijentacije

2.5. Kolinearne jednačine

Kolinearne jednačine pokazuju da projekcioni centar kamere, tačka na zemlji i njoj odgovarajuća tačka na slici moraju da leže na istoj pravoj liniji, odnosno da budu kolinearne. Sledeće dve jednačine predstavljaju uslove kolinearnosti:

$$x_p - x_o = -f \left[\frac{m_{11}(X_p - X_{o1}) + m_{12}(Y_p - Y_{o1}) + m_{13}(Z_p - Z_{o1})}{m_{31}(X_p - X_{o1}) + m_{32}(Y_p - Y_{o1}) + m_{33}(Z_p - Z_{o1})} \right] \quad (2)$$

$$y_p - y_o = -f \left[\frac{m_{21}(X_p - X_{o1}) + m_{22}(Y_p - Y_{o1}) + m_{23}(Z_p - Z_{o1})}{m_{31}(X_p - X_{o1}) + m_{32}(Y_p - Y_{o1}) + m_{33}(Z_p - Z_{o1})} \right] \quad (3)$$

2.6. Fotogrametrijsko rešenje

Aerotiangulacija bloka se koristi za mapiranje projekata koji sadrže više od dve slike, jer je primena prethodnih tehnika ograničena.

Prilično je neuobičajeno da elementi spoljašnje orijentacije budu visoke preciznosti za svaku fotografiju ili sliku u projektu, pošto se te vrednosti generišu fotogrametrijski.

Takođe retko postoji dovoljno preciznih orijentacionih tačaka (OT) za projekte sa 30 ili više slika da bi se uradila neka od prethodnih tehnika. Da bi se minimizovala cena projekta prikuplja se manje OT-a koje se koriste. Rešenje uključuje elemente spoljašnje orijentacije za svaku sliku i X,Y,Z koordinate veznih tačaka i preciznih OT-a. Blok fotografija koje se nalaze u projektu se istovremeno obrađuje, korišćenjem metode najmanjih kvadrata da bi se greška minimizovala [1].

3. TEHNOLOGIJE I ALATI

3.1. PostgreSQL

PostgreSQL, ili jednostavnije Postgres, je objektno-relacioni sistem za upravljanjem bazom podataka dostupan na mnogim platformama. PostgreSQL je besplatni softver koji potiče od originalnog *Berkeley* koda [2]. Podržava veliki broj SQL standarda i nudi mnoge moderne osobine:

- kompleksi upiti,
- strani ključevi,
- trigeri,
- pogledi,
- integritet transakcije,
- multiverzijska kontrola konkurencije.

3.2. PostGIS

PostGIS je besplatan program koji dodaje podršku geografskih objekata PostgreSQL-u, objektno-relacionoj bazi podataka. PostGIS poštuje jednostavne osobine, SQL specifikaciju koju je propisao *Open Geospatial Consortium* (OGC) [3]. PostGIS je razvijen od strane *Refractons Research Inc*, kao istraživački projekat tehnologija baza podataka. Podrška će se nastaviti u razvoju PostGIS-a da bi se podržale bitne funkcionalnosti GIS-a, uključujući potpunu podršku OpenGIS-a, napredne topološke konstrukcije (preglede, površine, mreže), desktop korisnički intrefejs alati za pregled i menjanje GIS podataka, i mrežno-bazirani alati pristupa.

3.3. PgAdmin III

PgAdmin III je sveobuhvatni PostgreSQL sistem za dizajn i upravljanje bazom podataka za platforme Unix i Windows. Ovaj program je napisan kao naslednik originalnog pgAdmin i pgAdmin II proizvoda, koji iako popularni, imali su ograničenja u dizajnu. PgAdmin III je napisan u C++, a povezivanje sa PostgreSQL je korišćenjem libpq biblioteke [4].

3.4. GDAL drajveri

GDAL (*Geospatial Data Abstraction Library*) je biblioteka za učitavanje i pisanje raster geoprostornih formata podataka, i objavljen je sa dopuštanjem X/MIT licence besplatnog softvera. Za aplikacije koje ga koriste, biblioteka GDAL predstavlja abstraktni model podataka. Takođe sadrži veliki broj dodataka za obradu podataka [5].

3.5. Raster2pgsql

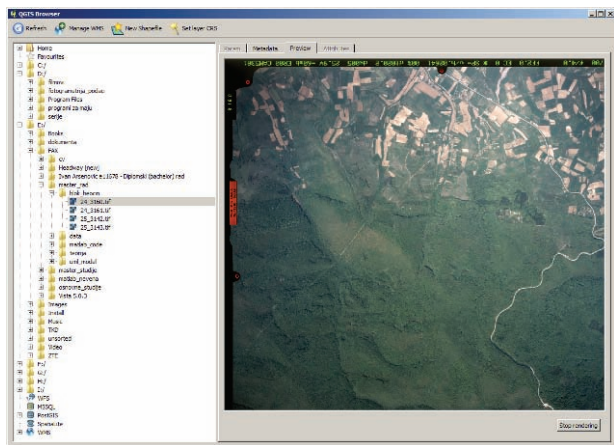
Raster2pgsql je raster alat za učitavanje raster formata koje podržava GDAL, i smešta ih u odgovarajući SQL koji se učitava u PostGIS raster tabelu. Moguće je učitavanje foldera sa raster fajlovima kao i kreiranje pregleda rastera. Pošto je raster2pgsql kompajliran kao deo PostGIS-a izvršivi raster tipovi biće isti kao oni koji su kompajlirani u GDAL biblioteci.

3.6. QuantumGIS

QuantumGIS (QGIS) je besplatan Geografski Informacioni Sistem. QGIS je brz i jednostavan za korišćenje, ima intuitivan grafički korisnički interfejs (GUI). QGIS ima za cilj jednostavno korišćenje GIS-a,

pružajući zajedničke funkcije i mogućnosti. Prvobitni cilj je bio da se obezbedi pregled GIS podataka. QGIS podržava veliki broj rasterskih i vektorskih formata podataka, kao i razne tehnologije primenom *plugin* arhitekture.

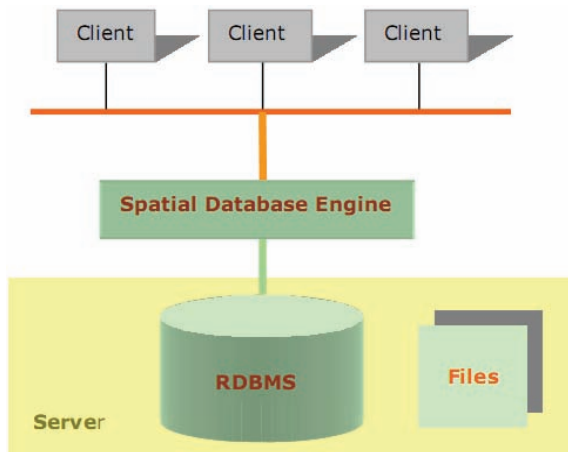
Važan tip podataka pri radu sa rasterom jeste GeoTIFF ili GTIFF. To je TIFF fotografija koja ima metapodatke o njenom koordinatnom sistemu [6].



Slika 4. Pregled TIFF-a u QGIS browseru-u

4. PROSTORNE BAZE PODATAKA

Prostorne baze su primarno razvijene za raspolaganje sa vektorski baziranim podacima, ali integracija daljinske detekcije i GIS disciplina u proteklim godinama je obezbedila mogućnost upravljanja i rasterskim podacima [7].



Slika 5. Arhitektura prostorne baze podataka

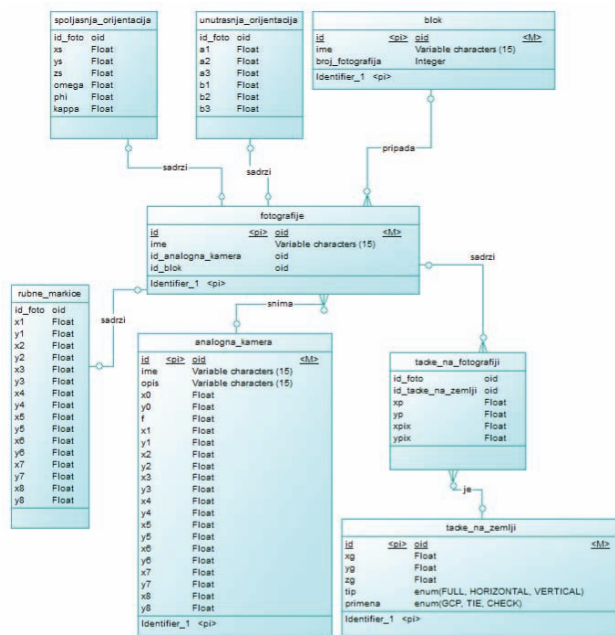
Generalno, tok za jednostavno dobijanje informacija preko engine-a prostorne baze podataka obuhvata:

- klijent šalje zahtev *engine*-u prostorne baze podatka da bi dobio željene prostorne podatke o određenoj prostornoj lokaciji u određenoj rezoluciji,
- *engine* prostorne baze podataka obradi zahtev i prevede ga u jezik baze podatak, npr. SQL,
- *engine* pošalje SQL upit bazi podataka,

- baza podataka realizuje upit i pronade željene podatke,
- pronađeni red i objekat su vraćeni nazad *engine*-u,
- *engine* prevede red i objekat u sliku i doda usklađene prostorne informacije slici,
- *engine* pošalje klijentu sliku na upotrebu.

5. BAZA PODATAKA ZA FOTOGRAMetriJU

Baza podataka pod imenom „fotogrametrija“ je kreirana u PostgreSQL-u preko aplikacije pgAdmin III u Windows okruženju. Baza fotogrametrija se sastoji od dve šeme, public i raster. Public šema sadrži tabele sa elementima fotogrametrije dok raster sadrži raster fotografije u različitim rezolucijama.



Slika 6. Model baze podataka fotogrametrija

6. IMPLEMENTACIJA ALGORITMA ZA AEROTRIANGULACIJU

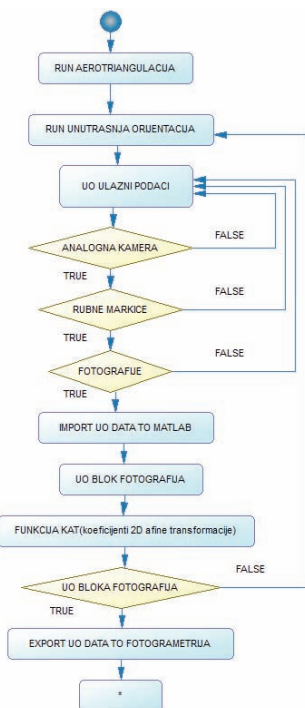
Algoritam je realizovan u Matlab-u korišćenjem *Database Toolbox*-a. Postoje tri osnovne grupe radnji.

1. *Import* – unos podataka iz baze podataka u Matlab, primenom skripti.
2. *Process* – obrada podataka u Matlab-u, primenom funkcija.
3. *Export* – vraćanje podataka bazi, primenom skripti.

Krajnji produkt ovog algoritma su elementi spoljašnje orijentacije (Xs, Ys, Zs, omega, phi, kappa) za svaku fotografiju u bloku. Da bi dosli do ovih elemenata potrebno je uraditi nekoliko koraka, a jedan od njih je određivanje unutrašnje orijentacije.

6.1. Dijagram aktivnosti unutrašnje orijentacije

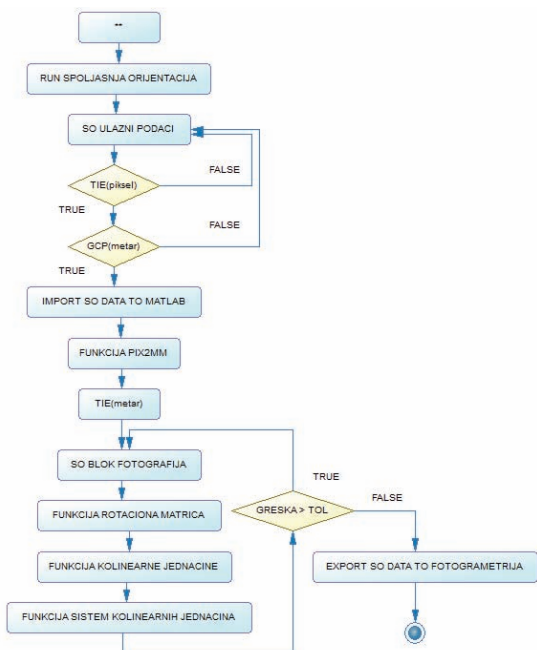
Dijagram na slici prikazuje tok aktivnosti algoritma prilikom pokretanja skripte aerotriangulacija. Prva faza algoritma je određivanje unutrašnje orijentacije fotografija.



Slika 7. Dijagram aktivnosti unutrašnje orijentacije

6.2. Dijagram aktivnosti spoljašnje orijentacije

Dijagram na slici prikazuje tok aktivnosti algoritma prilikom pokretanja skripte aerotriangulacija. Druga faza algoritma je određivanje spoljašnje orijentacije fotografija.



Slika 8. Dijagram aktivnosti spoljašnje orijentacije

7. ZAKLJUČAK

Primenom algoritama i alata prikazanih u radu moguće je obraditi blok snimaka brzo i tačno. Prikazana je primena baza podataka u fotogrametriji, tako što je omogućeno skladištenje snimaka zajedno sa pratećim podacima.

Baze podataka pružaju dobru osnovu za čuvanje, obradu snimaka i podataka. Izvršen je test na demo projektu koji se sastoji od četiri avionske fotografije koje se preklapaju. Prikupljeni su podaci o fotografijama i analognoj kameri koja je zabeležila fotografije. Nakon što je baza podataka popunjena ulaznim podacima za blok od četiri snimka, algoritmu je bilo potrebno par sekundi da izbacila izlazne podatke. Izlazni podaci predstavljaju određenu unutrašnju i spoljašnju orijentaciju, u vidu koordinata, za svaku fotografiju. Izlaznim podacima se automatski popunjavaju tabele sa poljima o spoljašnjoj orijentaciji snimaka, koji na taj način pretvaraju sirov snimak u mapirani raster. Rezultati su upoređeni sa onima koje daje programski paket *Leica Photogrammetry Suite*, i uočena su neznatna odstupanja koja su u potpunosti prihvatljiva.

8. LITERATURA

- [1] „*Leica Photogrammetry Suite*” <http://geospatial.intergraph.com/products/LPS/LPS/Details.aspx>
- [2] „*PostgreSQL documentation 9.1*” <http://www.postgresql.org>
- [3] „*PostGIS 2.0.1 Manual*” <http://www.postgis.org/>
- [4] „*pgAdmin documentation*” <http://www.pgadmin.org/>
- [5] *GDAL* <http://www.gdal.org/>
- [6] „*Desktop GIS - Mapping the Planet with Open Source Tools October 2008*” <http://geospatialdesktop.com/>
- [7] „*Integrating Imagery Data into Spatial Databases*” <http://citeseerx.ist.psu.edu/index>

Kratka biografija:



Ivan Arsenović rođen je u Šapcu 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Upravljanje aerofotogrametrijskim projektom zasnovano na bazama podataka odbranio je 2013.god.

**SISTEM MALIH HIDROELEKTRANA NA RECI IBAR
SYSTEM OF SMALL HYDROPOWER PLANTS ON THE IBAR RIVER**Darko Ašanin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu je predstavljena mogućnost izgradnje sistema malih hidroelektrana na reci Ibar. U tom cilju je prikazan hidropotencijal Srbije za MHE i predstavljen projekat za izgradnju sistema MHE na Ibru (data potrebna hidromašinska i elektro-oprema, prikazana mogućnost napajanja elektrana na mrežu, proračunati protoci, snage i proizvodnje energije pojedinačnih elektrana). Izvršena je i tehnno-ekonomska analiza projekta, razmotren uticaj na okolinu i predviđene mere zaštite.

Abstract – This paper shows the possibility of construction of small hydropower plants on the river Ibar. To this end, the hydro potential of Serbia shown for small HPP and launched a project for the construction of small HPP on the Ibar (shown needed hydro and electrical equipment, presents the possibility of connecting the plant to the grid, calculated flow rates, power and energy production of individual plants). There was also a techno-economic analysis of the project, consider the impact on the environment and the measures provided for protection.

Ključne reči: Male hidroelektrane, projekat izgradnje sistema MHE, uticaj na okolinu, tehnno-ekonomska analiza.

1. UVOD

Sa tehničko tehnološkim razvojem u XX veku, jedan od najvećih pratećih zahteva bila je konstantna potreba za povećanjem proizvodnje električne energije. Deficit električne energije i problemi koje nosi proizvodnja zasnovana na fosilnim gorivima, kao alternativu u budućnosti nameće korišćenje obnovljivih izvora energije. Prema Nacionalnom akcionom planu za obnovljive izvore energije Republike Srbije [1], da bi se do 2020. ostvario cilj povećanja udela obnovljivih izvora energije sa 21,2% na 27%, potrebno je izgraditi 1092 MW novih kapaciteta za proizvodnju električne energije koji koriste obnovljive izvore. U domenu korišćenja hidroenergije očekuje se izgradnja 40,1% novih kapaciteta, energije vetra 45,7%, biomase i biogasa 11,8%, sunca 0,9% i ostalih obnovljivih izvora 1,3%. U ovom radu će biti fokus na korišćenju hidroenergije, s obzirom na to da u Srbiji već postoji velika tradicija i instalisani kapaciteti (oko 33% postojećih izvora), kao i odgovarajući kadrovski i industrijski potencijali za realizaciju ovog ambicioznog plana. Značajan deo planirane izgradnje u domenu

hidroenergije čini izgradnja malih hidroelektrana.

U ovom radu je upravo prikazana mogućnost i značaj izgradnje sistema malih hidroelektrana na reci Ibar. Cilj rada je da se ovaj projekat približi javnosti, prikaže njegov tehnički sadržaj i argumentovano analizira njegov uticaj, pa je s toga u radu razmotren projekat izgradnje sistema elektrana, data njegova tehnno-ekonomska analiza, proračunata snaga i proizvodnja elektrana, analizirani protoci vode, data potrebna oprema i mogućnost napajanja sistema na mrežu. Takođe su prikazani mogući uticaji na životnu sredinu, predviđene mere zaštite, ali i uticaji elektrana na ekonomski, demografski, socijalni i turistički razvoj okoline.

2. MALE HIDROELEKTRANE

Male hidroelektrane su hidroenergetska postrojenja za proizvodnju električne energije koja imaju kapacitet do 30 MW. Za razliku od postrojenja velikih kapaciteta, dobro osmišljeni sistemi za MHE mogu se uklopiti u okolinu i imati minimalne negativne uticaje na životnu sredinu. Klasifikacija MHE se može izvršiti po različitim kriterijumima.

Na osnovu visine pada razlikuju se:

- postrojenja sa visokim padom (većim od 100 m),
- postrojenja sa srednjim padom (od 30 do 100 m),
- postrojenja sa niskim padom (od 2 do 30 m).

Na osnovu položaja mašinske zgrade razlikuju se:

- derivacione MHE,
- branske i pribranske MHE i
- MHE elektrane napravljene na kanalu ili vodovodnim cevima.

Prema mogućnosti akumulacije vode, MHE se dele na:

- akumulacione hidroelektrane i
- protočne hidroelektrane.

U zavisnosti od namene, ali i od kapaciteta MHE se mogu podeliti na elektrane koje rade:

- na izolovanoj mreži (ostrvski rad) ili
- povezane na EES (paralelni rad).

3. HIDROPOTENCIJAL ZA MHE U SRBIJI

Postoji veliki neiskorišćeni potencijal za ovu vrstu elektrana i one mogu dati značajan doprinos budućim energetske potrebama. Katastrom malih hidroelektrana u Republici Srbiji iz 1987. godine predviđeno je 856 lokacija za izgradnju MHE do 10 MW, dok je na teritoriji AP Vojvodine predviđeno još 13 lokacija, ukupne instalisane snage oko 450 MW i godišnje proizvodnje od 1600 GWh. Ovaj katastar je zbog zastarelosti podataka neophodno revidirati.

Ministarstvo energetike Srbije objavilo je februara 2013. godine javni poziv za dodelu saglasnosti i energetske dozvola za izgradnju malih hidroelektrana na 317 lokacija

NAPOMENA:

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

u Srbiji, ukupne snage 110 MW, a u junu 2013. godine, verifikovana je lista potencijalnih investitora za ukupno 212 lokacija. U decembru 2013. godine objavljen je poziv za dodelu nove 143 lokacije za izgradnju malih hidroelektrana, ukupne snage 57 MW.

Uredbom Vlade RS iz 2013. godine, kojom je precizirano da status povlašćenog proizvođača mogu ostvariti i hidroelektrane snage do 30 MW, stekli su se uslovi za realizaciju velikih projekata, kao što je izgradnja pet pribranskih HE u kaskadi na Velikoj Moravi, snaga od po oko 30 MW i ukupne prosečne godišnje proizvodnje 645,5 GWh.

Potencijal za izgradnju MHE postoji i na reci Ibar. Tokom 2010. godine urađen je Generalni projekat i predhodna studija opravdanosti korišćenja hidropotencijala reke Ibra od Raške do Kraljeva, čiji je rezultat 10 pribranskih hidroelektrana u kaskadi. Ovim projektom od strateškog značaja predviđeno je da taj sistem malih hidroelektrana ima ukupnu instaliranu snagu 103 MW i prosečnu godišnju proizvodnju od 418,6 GWh.

4. REGULATIVA I PODSTICAJI ZA MHE

Izgradnja MHE i obavljanje delatnosti proizvodnje električne energije u MHE regulisani su brojnim propisima Republike Srbije. Da bi se izgradila mala hidroelektrana potrebno je ispoštovati niz propisa koji se mogu podeliti u dve osnovne grupe:

- propisi o planiranju i izgradnji konkretnog energetskog objekta i
- propisi koji regulišu pravo na obavljanje delatnosti proizvodnje električne energije.

Da bi se steklo pravo na izgradnju elektrane neophodno je pribaviti niz dokumenata i dozvola: 1) pribavljanje informacije o lokaciji, 2) pribavljanje energetske dozvole, 3) pribavljanje lokacijske dozvole, 4) pribavljanje građevinske dozvole, 5) pribavljanje vodne dozvole i upotrebne dozvole.

Da bi se ostvarilo pravo na obavljanje delatnosti proizvodnje električne energije neophodno je: (1) steći pravo na korišćenje prirodnog bogatstva, (2) pribaviti licencu za obavljanje energetske delatnosti, (3) izvršiti priključenje elektrane na elektroenergetsku mrežu, (4) ostvariti pravo statusa povlašćenog proizvođača, (5) potpisati ugovor o otkupu električne energije.

Tabela 1. Podsticajne otkupne cene za hidroelektrane

Redni broj	Vrsta elektrane	Instalisana snaga P (MW)	Podsticajna otkupna cena (c€/kWh)
1.	Hidroelektrana		
1.1		do 0,2	12,40
1.2		0,2 - 0,5	13,727-6,633* P
1.3		0,5 - 1	10,41
1.4		1 - 10	10,747-0,337* P
1.5		10 - 30	7,38
1.6	Na postojećoj infrastrukturi	do 30	5,9

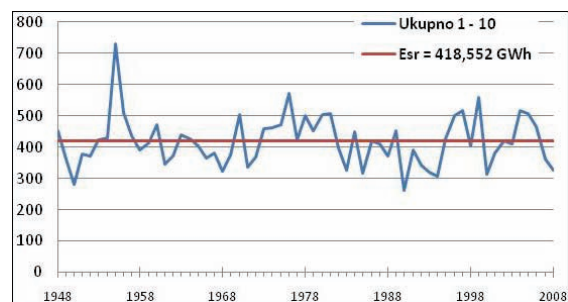
Zakonom o energetici je utvrđena kategorija povlašćenih proizvođača električne energije i definisana prava koja ti proizvođači imaju. Njime je utvrđeno da povlašćeni proizvođači električne energije imaju pravo na podsticajne mere kao što su obaveza otkupa električne energije od povlašćenog proizvođača, povlašćene cene po kojima se ta energija otkupljuje (tabela 1) i period važenja

obaveze, prvenstvo pri preuzimanju ukupno proizvedene električne energije u prenosni ili distributivni sistem.

5. PROJEKAT ZA IZGRADNJU SISTEMA MHE

JP „Elektroprivreda Srbije“ i preduzeće SECI Energia S.p.A. iz Italije potpisali su u junu 2009. godine preliminarni sporazum o saradnji u elektroenergetskom sektoru, koji sadrži projekat korišćenja hidroenergetskog potencijala sliva reke Ibar. U julu 2010. godine osnovana je zajednička firma „Ibarske hidroelektrane“ d.o.o. sa sedištem u Kraljevu, koja je 51% u vlasništvu preduzeća SECI Energia S.p.A., a 49% u vlasništvu EPS-a. Ovo preduzeće je potpisalo ugovor sa Institutom za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, u kojem se od instituta zahteva da izradi tehničku dokumentaciju za hidroelektrane na Ibru.

Na osnovu projekta koji je izradio Institut [2], predviđeno je da se izgradi 10 protočnih hidroelektrana sa malim padom između Raške i Kraljeva i to: HE Lakat, HE Maglič, HE Dobre Strane, HE Bela Glava, HE Gradina, HE Cerje, HE Glavica, HE Ušće, HE Gokčanica i HE Bojanići. Hidroelektrane koje su planirane imaće instalisanu snagu oko 103,15 MW, instalisan protok od 100 m³/s i prosečno će godišnje proizvoditi oko 418,55 GWh (slika 1) [2].



Slika 1. Godišnja proizvodnja sistema MHE na Ibru

Ovo rešenje je u skladu sa zahtevom da hidroelektrane uzrokuju što manje izmeštanje saobraćajnica, pa se ne predviđa izmeštanje železničke pruge, a magistralni put će se potopiti u dužini od oko 5,5 km, i to na lokacijama 5 budućih hidroelektrana (HE Maglič, HE Dobre Strane, HE Bela Glava, HE Cerje, HE Glavica). Brane većine elektrana će biti betonsko gravitacione, i sastojaće se iz neprelivnog dela gde se nalaze po dva turbinska zahvata i prelivnog dela na kome će nalaziti po tri prelivna polja širine 8, a visine 12 m.

5.1. Hidromašinska i hidromehanička oprema

Jedan od osnovnih delova hidroelektrane jeste turbina. Postoji više tipova turbina, a izbor tipa prvenstveno zavisi od pada kao i od protoka. Kod hidroelektrana koje se planiraju u dolini Ibra, na osnovu padova (nominalni bruto padovi se kreću u rasponu od 10,99 do 14,80 m), kao rešenje se nameće korišćenje aksijalnog tipa turbina. Kako će buduće hidroelektrane raditi kao striktno protočne, protok elektrana prati prirodni protok reke koji je promenljiv, potrebno je koristiti turbine koje imaju dvostruku regulaciju.

Pored nekoliko tipova turbina koje odgovaraju prema protoku i padu, usvojeno je da se u svakoj elektrani koriste dve horizontalne S Kaplan turbine. Tokom razrade planova za svaku pojedinačnu elektranu postoji mogućnost za korišćenje nekog drugog tipa turbine radi

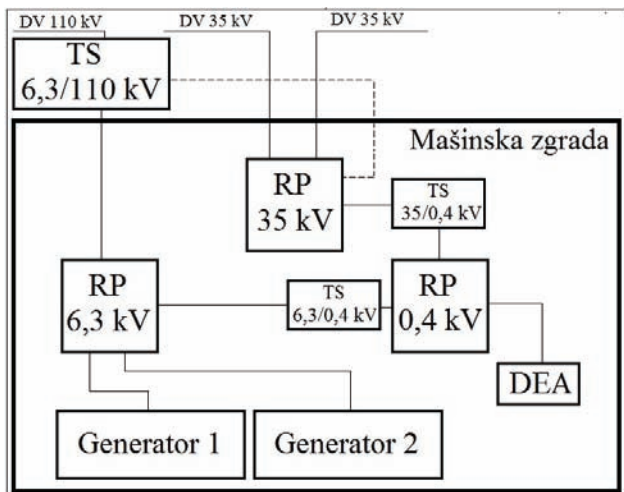
što boljeg iskorišćenja hidropotencijala. Horizontalna S Kaplan turbina koja se najčešće koristi za male padove kod malih elektrana, obično se izrađuje kao unapred agregatirana jedinica. Prečnik radnog kola joj je od 1-4 m, a predviđena je za padove od 5-25 m sa izlaznom snagom do oko 12 MW.

Pored turbinskih agregata koji su najvažniji mašinski deo, hidroelektrana mora posedovati niz druge opreme kao što su rešetke na turbinskom dovodu i njihove čistilice, zatvarač na dovodu za potpuno zatvaranje protoka vode pri remontu turbine, zatim tri segmentne ustave širine 8, a visine 12 m. Svaka elektrana je takođe opremljena sa po tri dizalice, portalnom sifonskom, dizalicom na kruni brane i dizalicom u mašinskoj sali.

5.2. Elektro-oprema

U svaku hidroelektranu se ugrađuju po dva horizontalna sinhrona generatora naznačene prividne snage $S_{ng}=6300$ kVA, naznačenog napona $U_{ng}=6,3$ kV, broja obrtaja $n_{sg}=600$ min⁻¹, učestanosi $f_{ng}=50$ Hz, faktora snage $\cos\phi=0,9$ i naznačene struje $I_{ng}=600$ A. Oni su mehanički preko multiplikatora povezani na turbine koje imaju broj obrtaja 214 min⁻¹.

Generatori su sa električne strane oklopljenim šinskim vezama povezani na RP 6,3 kV. Proizvedena energija se predaje mreži preko jednog uljnog energetskog transformatora prenosnog odnosa 6,3/110 kV i naznačene snage $S_{nt}=16000$ kVA. Rezervno napajanje se dovodi na RP 35 kV. Sopstvena potrošnja se napaja iz RP 0,4 kV. RP 0,4 kV se napaja iz RP 35 kV i RP 6,3 kV preko dva suva transformatora za unutrašnju montažu snaga $S_{nt}=400$ kVA i prenosnih odnosa 35/0,4 kV, odnosno 6,3/0,4 kV. Blok šema električnih postrojenja data je na slici 2.



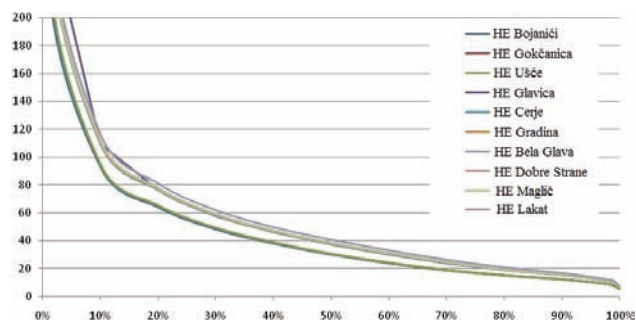
Slika 2. Blok šema elektro opreme u elektrani

Iz postrojenja sopstvene potrošnje, u slučaju nestanka napona u mreži 35 kV i ako su oba generatora van pogona, automatski se uključuje dizel električni agregat (DEA). Snaga ovog DEA je 250 kVA i dovoljna je za pokretanje najnužnijih potrošača elektrane kao i za pokretanje jednog agregata.

5.3. Procena protoka i proračun energije

Procenu protoka na lokacijama elektrana uradio je Institut „Jaroslav Černi“ na osnovu podataka, prikupljenih od strane RHMZ-a Srbije, o dnevnim proticajima za period od 1948. do 2008. godine. Srednji protoci za ovaj period se u zavisnosti od elektrane kreću od 44,90 do 57,30 m³/s.

Predviđeno je da svaka elektrana ima dve turbine sa instalisanim protokom od po 50 m³/s. Na osnovu rezultata obrade podataka može se nacrtati kriva dnevnih proticaja za svaku lokaciju planirane elektrane (slika 3.) [2].



Slika 3. Kriva dnevnih proticaja

Za određivanje snage elektrane ulazni podaci su nivo gornje vode Z_{GV} (održava se konstantnim), nivo donje vode Z_{DV} (funkcija je protoka i očitava se sa grafika donje vode), gubitak pada u dovodnom sistemu H_w (gubici na rešetki i gubici na izlazu iz sifona), stepen korisnosti generatora η_g (97%), transformatora η_t (99%) i turbine η_{tr} (funkcija je protoka), kao i protok vode kroz elektranu Q_{HE} , gustina vode ρ i ubrzanje Zemljine teže g . Proračun se uzvodi korišćenjem sledećih relacija:

$$H_{br} = Z_{GV} - Z_{DV} \quad (1)$$

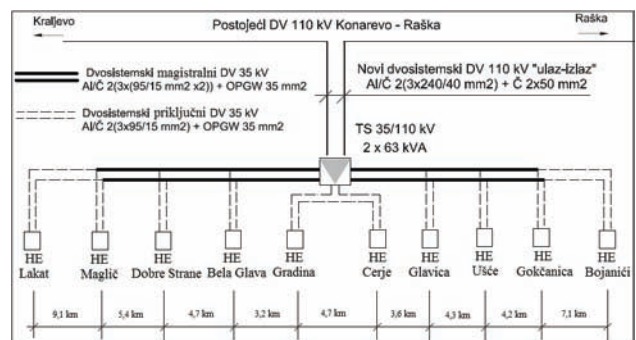
$$H_n = H_{br} - H_w \quad (2)$$

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot H_n \cdot Q_{HE} \cdot \eta_t \cdot \eta_g \cdot \eta_{tr}}{10^6} \quad (3)$$

5.4. Priključenje hidroelektrana na mrežu

Ideja da se energija koja se proizvede u ovim hidroelektranama u prvih 15 godina rada prodaje u Italiji, kao i sama količina energije koja se proizvodi, nameće kao rešenje da se sistem hidroelektrana poveže na prenosnu mrežu EMS-a.

Priključenje elektrana na mrežu se vrši preko pet razvodnih postrojenja RP 110 kV (u blizini pet elektrana, dok su kog preostalih pet planirana priključna polja). Na RP 110 kV se priključuju po dve elektrane, a ona se po principu „ulaz-izlaz“ priključuju na dalekovod 110 kV „Konarevo-Raška“. Potrebno je izgraditi mrežu dalekovoda 110 kV koji povezuje elektrane na RP 110 kV, zatim dvosistemski dalekovod 110 kV koji po principu „ulaz-izlaz“ povezuje DV 110 kV „Konarevo-Raška“ sa novim postrojenjima RP 110 kV, priključna polja 110 kV, kao i sama RP 110 kV.



Slika 4. Šema rezervnog napajanja 35 kV

Rezervno napajanje se izvodi na naponu 35 kV, pa je potrebno izgraditi mrežu dalekovoda 35 kV, tako da se do svake elektrane dovede nadzemni vod 35 kV (slika 4.). Ova mreža dalekovoda se sastoji iz dvosistenskog magistralnog DV 35 kV i priključnih dvosistemskih DV 35 kV koji su postavljeni od magistralnog dalekovoda do elektrana.

6. TEHNO-EKONOMSKA ANALIZA

Pored tehničkih karakteristika, veoma značajane su i ekonomske karakteristike projekta. Potrebno je na jasan način predstaviti ekonomske pokazatelje na osnovu kojih se može doneti zaključak o isplativosti projekta.

Tabela 2. *Potrebne investicije i investicioni količnik*

		E_{god} (GWh)	I (mil. €)	IK (€/kWh)
1.	HE Lakat	48,44	28,17	0,581
2.	HE Maglič	50,75	31,27	0,616
3.	HE Dobre Strane	45,03	23,69	0,526
4.	HE Bela Glava	42,36	23,68	0,559
5.	HE Gradina	44,97	26,01	0,578
6.	HE Cerje	43,74	26,84	0,614
7.	HE Glavica	40,75	30,01	0,737
8.	HE Ušće	31,00	26,15	0,844
9.	HE Gokčanica	37,01	26,79	0,724
10.	HE Bojanići	34,50	28,27	0,819
	Troškovi sistema		13,20	
	Ukupno	418,55	284,068	0,679

Izgradnja elektrana će trajati 7 godina, a od 3. svake godine se u pogon puštaju po 2 elektrane. Potrebno je uložiti 284,068 mil.€ (tabela 2.) [3], a planirano je da se finansiranje obavi sa 25% sopstvenih sredstava, a 75% iz kredita. Prvih 15 godina energija će se prodavati u Italiji po ceni od 142 €/MWh, na pragu elektrane, a narednih 15 godina po ceni od 55 €/MWh.

Ekonomske parametri ovog projekta su dobri. Period povratka investicionih ulaganja je 7 godina, bilans uspeha pokazuje da se u svim godinama tokom eksploatacije ostvaruje dobit, a gotovinski tok pokazuje punu likvidnost projekta. Interna stopa povratka investicija IRR iznosi 14,20%, a neto sadašnja vrednost projekta NPV je 124,8 mil.€.

7. UTICAJ NA OKOLINU

7.1. Zaštita životne sredine

U cilju održivog korišćenja prirodnih resursa i ekološki prihvatljivom upravljanju prirodnim vrednostima, neophodno je veliku pažnju posvetiti prevenciji i kontroli mogućih oblika izvora zagađenja.

Izgradnjom elektrana se ne ugrožavaju izvorišta vode grada Kraljeva. Planom izgradnje elektrana planira se i uređenje celokupnog prostora i obala reke, čime bi se uklonile divlje deponije što bi imalo značajne pozitivne efekte kako na kvalitet vode, tako i na očuvanje životne sredine. Stvaranjem akvatorija doći će do promene strukture životinjskog sveta, ali se uz predviđene mere (npr. izgradnja ribljih staza), stvaraju uslovi i za uvećanje biodiverziteta.

7.2. Uticaj na demografske procese

Prostor na kome se planira izgradnja sistema elektrana je ruralan, i odlikuje se negativnim demografskim tokovima koji su uzrokovani niskim ekonomskim standardom, niskim nivoom socijalne i medicinske zaštite kao i lošom javno-socijalnom infrastrukturom. Izgradnjom sistema

elektrana otvorile bi se nove mogućnosti za razvoj, područje bi ekonomski oživelo, čime bi se definitivno stvorili uslovi za poboljšanje demografske slike.

7.3. Potencijal za razvoj turizma

Područje na kome je planirana izgradnja hidroelektrana se nalazi na mestu gde je bila smeštena srpska sredovekovna država, pa je tako deo šire celine koja je izuzetno bogata kulturnim spomenicima i ima veoma značajnu istoriju. Sistem hidroelektrana ima isključivo pozitivne uticaje na popularizaciju i poboljšanje stanja ovih spomenika. Najznačajniji spomenik u području elektrana je spomenik kulture izuzetnog značaja, srednjovekovni grad Maglič u Magliču. Izgradnja elektrana sa tradicionalno-istorijskim pristupom je osnovni uslov da se revitalizuje ovo srednjovekovno utvrđenje. Stabilne akvatorije omogućuju razvoj izletničkog i sportsko-rekreativnog turizma. Takođe je moguće izgraditi i biciklistički koridor. Za značajan razvoj turizma je neophodno kombinovati kulturni, banjski, rekreativni i planinski turizam.

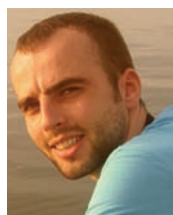
8. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljen tehnički deo projekta sistema hidroelektrana na reci Ibar i iz njega se može videti energetski značaj ovih hidroelektrana. Ekonomska analiza koja je urađena pokazuje na jasan način da je projekat veoma isplativ. U ovom radu su pokazani pozitivni i negativni uticaji koje će imati budući sistem elektrana, i na osnovu njih se može zaključiti da je realizacija ovog projekta ne samo opravdana, već i neophodna ukoliko se želi poboljšati energetska pouzdanost ovog kraja i cele Srbije, ali i oživeti ovaj ruralni predeo, ukoliko se želi ekonomski pokrenuti ne samo predeo gde će se graditi elektrane, već i šire. Iz tih razloga je neophodno što pre aktivno pristupiti realizaciji ovog projekta, i sprovesti sve potrebne radnje kako bi se što pre počelo sa izgradnjom sistema malih hidroelektrana na reci Ibar.

9. LITERATURA

- [1] Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine, „Nacionalni akcioni plan za obnovljive izvore energije Republike Srbije u skladu sa obrascem predviđenim direktivom 2008/29/E3 (odluka 2009/548/E3)“, Beograd, 2013.
- [2] Institut „Jaroslav Černi“, „Hidroelektrane na Ibru, Generalni projekat i predhodna studija opravdanosti, Knjiga 9: Izveštaj o tehničkom rešenju usvojenog sistema HE na Ibru“, Beograd 2010.
- [3] Institut „Jaroslav Černi“, „Hidroelektrane na Ibru, Generalni projekat i predhodna studija opravdanosti, Knjiga 7: Izveštaj o ekonomskim efektima izgradnje mogućih varijantnih rešenja sistema hidroelektrana na Ibru“, Beograd 2010.

Kratka biografija:



Darko Ašanin rođen je u Novom Pazaru 1989. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2014.god.

**VEB BAZIRANI GRAFIČKI EDITOR ELEKTRIČNIH ŠEMA – SERVERSKA STRANA
WEB BASED GRAPHICAL EDITOR FOR ELECTRIC SCHEMES – SERVER SIDE**Miloš Panasiuk, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je opisana implementacija veb baziranog grafičkog editora električnih šema primenom klijent/server arhitekture. Rešenje koristi MVC šablon kako bi se razdvojile uloge. Serverska strana primenjuje REST princip, koji koristi svojstva HTTP protokola.

Abstract – This paper describes an implementation of web based graphical editor for electric schemes using client/server architecture. The implementation uses MVC pattern for separation of concerns. Server side applies REST principle, which uses features of HTTP.

Ključne reči: grafički editor, veb editor, REST, HTTP, serverska strana, JSON, klijent/server arhitektura

1. UVOD

Zadatak rada je projektovanje i implementacija web baziranog grafičkog editora električnih šema.

Za razne projekte, prilikom implementacije složenih električnih šema, na kojima istovremeno radi veći broj ljudi, javlja se potreba za dostupnim i lako upotrebljivim grafičkim editorima. Veb tehnologije se nameću kao logičan izbor kada je u pitanju kolaborativan rad.

Ovi editori pružaju mogućnost rada u bilo kom trenutku, od korisnika se ne zahtevaju dodatni programi i podešavanja kako bi mogao raditi. Takođe, pružaju mogućnost višekorisničkog režima rada. Loša strana ovakvih editora je što korisnik mora biti konektovan na internet. Rešenja moraju biti dobro implementirana, što se odnosi kako na performanse tako i na funkcionalnost. Veb bazirani grafički editor treba da korisnicima izgleda potpuno prirodno u smislu da nema kašnjenja tokom rada, da u što većoj meri podseća na okruženje na koje su navikli. Što se tiče funkcionalnosti, od editora se očekuje da sadrži, pored osnovnih operacija nad elementima grafičkog editora, kao što su: dodavanje, brisanje, pomeranje, rotiranje, i neke specifične funkcionalnosti za sam editor: uvećanje i umanjenje prikaza, učitavanja i snimanje dijagrama i dr.

2. DIZAJN REŠENJA**2.1 Arhitektura rešenja**

Koristi se klijent/server arhitektura, gde se mogu uočiti tri klase komponenti: serveri, klijenti i mreža. Veb aplikacije su dominantno bazirane na ovom modelu.

NAPOMENA:

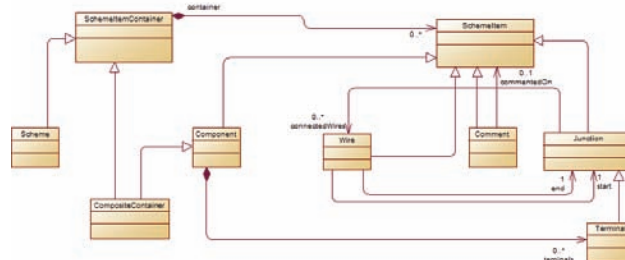
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Igor Dejanović.

Namena servera jeste, pre svega, optimalno upravljanje zajedničkim resursima. Server obavlja upravljanje bazom podataka kojoj pristupa više korisnika, vrši kontrolu pristupa i bezbednosti podataka i centralizovano obezbeđuje integritet podataka za sve aplikacije. Klijenti omogućavaju korisnicima pristup do podataka.

Klijent-aplikacije vrše upravljanje korisničkim interfejsom i izvršavaju deo logike aplikacije. Računarska mreža i komunikacioni softver omogućavaju prenos podataka između klijenta i servera [1].

2.2 Model rešenja

Na slici 1 je prikazan dijagram klasa koji predstavlja model koji se koristi za implementaciju rešenja.

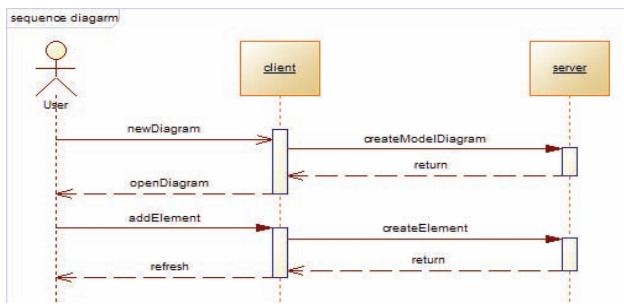


Slika 1. Model koji se koristi u rešenju

Model reprezentuje podatke kojima rukuje korisnik preko grafičkog editora. *Schemeltem* predstavlja element šeme, koji može biti: žica (*wire*), komentar (*comment*), komponenta (*component*) i spoj (*junction*). *SchemeltemContainer* sadrži više *Schemeltem*-a, predstavlja kompozitnu komponentu ili samu šemu (*Scheme*). Komponenta sadrži terminale. Svaka žica ima početni i krajnji spoj.

2.3 Klijent/server komunikacija

Grafički korisnički interfejs, tj. editor, koji predstavlja klijentsku stranu, treba da bude aplikacija, koja će komunicirati sa serverom na kom se nalaze svi podaci koji su editoru potrebni kako bi funkcionisao. Ti podaci su komponente grafičkog editora definisane u okviru serverske strane u vidu modela, prikazanog na slici 1. Za svaku akciju korisnika, u pozadini, klijentska strana šalje zahtev za akcijom, serverskoj strani, koja taj zahtev treba da obradi, pre nego što se akcija izvrši. Uz zahtev, klijentska strana, takođe, šalje i neke podatke neophodne za obradu, kao što su: informacije o korisniku koji je poslao zahtev, identifikacioni broj tekućeg dijagrama i dr. Nakon što server obradi zahtev, vraća odgovor klijentskoj strani u vidu povratnih informacija, koja izvrši akciju korisnika. Komunikacija mora biti brza, da korisnik ni ne primeti da postoji. Tok komunikacije između klijentske i serverske strane prilikom nekih pokrenutih akcija od strane korisnika editora je prikazana na slici 2.



Slika 2. Sekvencijalni dijagram komunikacije klijentske i serverske strane

Kada korisnik kreira dijagram, pre nego što se otvori novi, klijent pošalje poruku o akciji kreiranja dijagrama serveru, koji nakon što obradi zahtev, vraća klijentu naziv i identifikacioni broj dijagrama, pa se tek korisniku od strane klijenta otvara nov dijagram sa dodeljenim nazivom. Na sličan način funkcionišu i ostale akcije vezane za dijagram.

3. IMPLEMENTACIJA REŠENJA

3.1 Klijent/server arhitektura

Klijent/server prvenstveno predstavlja vezu između procesa izvršavanih na različitim mašinama. Server pruža servise, a klijent koristi servise. Neke karakteristike ove arhitekture, zbog kojih se često koristi su:

- Deljeni resursi – Server može da služi više klijenata istovremeno i da reguliše njihov pristup deljenim resursima.
- Asimetrični protokoli – Postoji više na jedan veza između klijenata i servera. Klijenti uvek iniciraju dijalog tako što zahtevaju servis. Server pasivno čeka na zahtev klijenata.
- Komunikacija bazirana da porukama – Klijent i server komuniciraju preko poruka. Poruka predstavlja mehanizam isporuke zahteva ili odgovora na neki servis.
- Skalabilnost – Klijent/server omogućava horizontalno i vertikalno skaliranje. Horizontalno skaliranje podrazumeva dodavanja i uklanjanje klijenata sa blagim uticajem na performanse. Vertikalno skaliranje podrazumeva migraciju na bržu serversku mašinu ili distribuciju obrade procesa preko više servera.

3.2 REST

REST (*Representational State Transfer*) [2] predstavlja hibridni stil softverske arhitekture. To je koordinirani set arhitektonskih ograničenja čiji je cilj da minimalizuje kašnjenje i internet komunikaciju, dok u isto vreme povećava nezavisnost i proširivost komponente implementacije.

Ovo je postignuto postavljanjem ograničenja u okviru semantike konektora, dok se drugi stilovi fokusiraju na semantici komponenti.

Osnovni stilovi na osnovu kojih je REST izveden su: RR (*Replicated Repository*), keširanje, klijent-server, slojeviti sistemi, *stateless*, virtualne mašine, kod na zahtev i uniformni interfejs.

Osnovni elementi REST arhitekture [3] su: resursi, reprezentacije, jedinstvena identifikacija resursa, konektori, komponente. Bilo koja informacija koja može da se imenuje predstavlja resurs. Reprezentacije su predstave resursa. Mogu biti enkodovane na različite načine (npr. JSON). REST koristi jedinstvene identifikacije resursa kako bi identifikovao specifičan resurs uključen u interakciju između komponenti. Konektori su apstraktan interfejs za komunikaciju između komponenti. Komponente su učesnici u REST sistemu.

3.2.1 RESTful veb servisi

RESTful *web* servisi [4] se oslanjaju na HTTP kao dovoljno bogat protokol koji zadovoljava potrebe veb servis aplikacija. U REST modelu, HTTP GET, POST, PUT i DELETE glagoli se koriste za prenos podataka (u formi JSON dokumenta) između klijenta i servisa. Ovi dokumenti su reprezentacije resursa identifikovanih preko veb URI-a.

3.3 JSON

U okviru rešenja, za razmenu poruka između klijentskog i serverskog dela se koristi JSON (*JavaScript Object Notation*) format. JSON [5] predstavlja tekstualno baziran otvoreni standard dizajniran za razmenu podataka razumljivu ljudima. Lako se generiše i parsira od strane mašina. Predstavlja veoma dobar jezik za razmenu podataka (*data-interchange language*). JSON je izgrađen iz dve strukture:

- Kolekcija naziv/vrednost parova. U raznim programskim jezicima, ta kolekcija predstavlja objekat, rečnik (*dictionary*), *hash* tabelu ili asocijativni niz.
- Lista vrednosti koja u raznim programskim jezicima predstavlja niz, vektor ili listu.

Na listingu 1. je prikazan primer JSON formata.

```

{
  "component": {
    "name": "boost",
    "label": "boost",
    "category": "Power Electronics",
    "description": "Boost cell",
  }
}
  
```

Listing 1. Primer JSON formata

3.4 MVC šablon

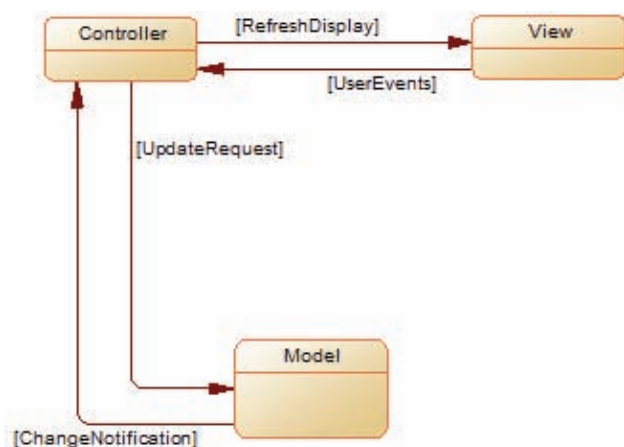
MVC (*Model-View-Controller*) šablon, koji se ovde koristi, je namenjen izolovanju programske logike od obrade ulaznih komandi korisnika i vizuelnog dela. Ovaj šablon se često koristi kod veb aplikacija. MVC [6] šablon podrazumeva da MVC aplikacije budu podeljene barem na tri dela:

- *Models*, koji sadrže ili prezentuju podatke sa kojima radi korisnik. To mogu biti jednostavni modeli koji prezentuju podatke koji se prenose između kontrolera (*controllers*) i pogleda (*views*), ili mogu biti domenski modeli (*domain*

model) koji sadrže podatke u okviru poslovnog domena (*business domain*), operacije, transformacije i pravila za rukovanje tim podacima.

- *Views*, koji se koriste za renderovanje delova modela kao korisnički interfejs.
- *Controllers*, koji obrađuju dolazeće zahteve, izvršavaju operacije nad modelom i selektuju poglede koji će se renderovati korisniku.

Svaki deo MVC šablona je dobro definisan i samostalan, što predstavlja odvajanje uloga. Logika koja manipuliše podacima u modelu se nalazi u okviru modela, logika za prikaz podataka je u okviru *view* dela, a kod koji rukuje korisničkim zahevima i ulaznim podacima se nalazi u kontroleru. Aplikacije koje koriste ovaj šablon su lakše za održavanje i proširivanje tokom svog životnog ciklusa, bez obzira koliko dugačak. Na slici 3 je prikazan MVC šablon.



Slika 3. MVC šablon

Model koji se koristi je prikazan na slici 1. *View* deo, koji služi za vizualizaciju modela, se implementira na klijentskoj strani u vidu grafičkog interfejsa. To je element šablona koji je jedino korisniku vidljiv i sa kojim je u interakciji. *Controller* deo je vezan za komunikaciju između *View* i *Model* dela MVC šablona. Način funkcionisanja je opisan kroz sledeće akcije.

Da bi se korisniku prikazao veb bazirani grafički editor, prvo preko *browser*-a korisnik pristupa aplikaciji tako što na osnovu URI-ja zahteva resurs. *Controller*, na osnovu HTTP zahteva korisnika, treba da obradi dobijeni zahtev (primena REST principa). Na osnovu URI-ja. *Controller* izvršava odgovarajuću funkciju. U okviru te funkcije, iz modela se prikupe odgovarajuće komponente, koje će korisnik koristiti za crtanje šema. Nakon toga se u *browser*-u prikazuje veb stranica koja predstavlja *View* koji sadrži grafički interfejs, koji uključuje i komponente prosledene od strane *Controller*-a.

3.5 Serverska strana rešenja

Za implementaciju serverske strane koristi se programski jezik *python*, a okvir za razvoj veb aplikacija *Django*. Neke od karakteristika ovog okvira su:

- Sistem šablona – *Django* šablon predstavlja tekst namenjen za razdvajanje prezentacije dokumenta od njegovih podataka.

- Interfejs administratora – postojanje gotovog modula za administraciju *web* aplikacije.
- Keširanje (*Caching*) – Keširati nešto znači snimiti rezultate skupih proračunavanja kako bi se izbegli sledeći put.
- Uključuje svoju standardnu biblioteku za dodatke koji su korisni za opšte *web* razvojne zadatke kao što su: CSRF (*Cross-Site Request Forgery*) zaštita, redirekcija, fiksne stranice.
- Posrednik (*Middleware*) – U toku komunikacije između klijenta i servera nekad je potrebno da se, pre svake obrade klijentskog zahteva, izvrši neki kod. To je moguće pomoću ove komponente.

3.5.1 Controller

Controller ima ulogu posrednika u komunikaciji između klijentske i serverske strane, odnosno između modela i pogleda (*view*). Na svaku promenu u okviru pogleda, nad kojim radi korisnik, *controller* daje signal modelu da se ažurira (slika 3). U *Django* okviru se implementira na sledeći način:

- Kada korisnik na klijentskoj strani izvršava neku akciju, pokušava da pristupi nekom URI-ju aplikacije. Zato se napravi lista parova URL i funkcija vezanih za te URL-ove, što je prikazano na listingu 2.
- Implementira se funkcija koja će se izvršiti kada korisnik traži jedan od mogućih URL aplikacije.

```

urlpatterns = patterns('',
    url(r'^$', load_schematic, name='main'),
    url(r'^new/$', new_diagram, name='new'),
    url(r'^add/$', add_component, name='add'),
)
  
```

Listing 1. Lista dostupnih URL

Funkcija *load_schematic* će se izvršiti kada korisnik traži glavnu stranicu aplikacije.

3.5.2 Klijent/server komunikacija

Klijent/server komunikacija se vrši preko AJAX (*Asynchronous JavaScript and XML*) [7] poziva. AJAX predstavlja grupu od nekoliko međusobno povezanih tehnika koje se koriste na klijentskoj strani kako bi se kreirale asinhronne *web* aplikacije. Korišćenjem AJAX-a, veb aplikacija može poslati, ili primiti, podatke od servera sinhrono, tj. u pozadini, bez mešanja u izgled i način funkcionisanja već postojeće stranice. Način na koji funkcioniše AJAX je sledeći [8]:

- Korisnik, koji kontroliše *browser*, traži zahtev za glavni URI aplikacije.
- Server daje veb stranicu sa ugrađenom skriptom.
- *Browser* renderuje stranicu i izvršava skriptu ili čeka da korisnik pokrene (*trigger*) jednu od akcija skripte preko tastature ili miša.
- Skripta šalje asinhroni HTTP zahtev ka nekom URI-ju servera. Korisnik može da nastavi sa

radom, najčešće nije ni svestan da je zahtev poslat ka serveru.

- Skripta parsira HTTP odgovor i koristi podatke kako bi promenio izgled aplikacije na klijentskoj strani. Sa korisnikove strane izgleda kao da se sam grafički interfejs promenio.

Na listingu 2 je prikazan AJAX poziv sa klijentske strane u okviru rešenja.

```
function add_component(component) {
    var diagramId = get_selected_tab();
$.ajax({
    url: '/schematic/add/',
    type: 'POST',
    data: { component: component.NAME,
diagram: diagramId.id },
    beforeSend: function (xhr, settings) {
        if (!csrfSafeMethod(settings.type) &&
sameOrigin(settings.url)) {
            var csrftoken =
getCookie('csrftoken');
            xhr.setRequestHeader("X-CSRFToken",
csrftoken);
        }
    }).done(function (response) {
        component.setLabel(response.label);
        component.setFqn(response.fqn);
    }).fail(function (jqXHR, textStatus,
errorThrown) {
        alert(jqXHR.status);
        alert(errorThrown);
    });
}
```

Listing 2. AJAX poziv sa klijentske strane

AJAX poziv ima nekoliko argumenata:

- *url*, koji predstavlja putanju do resursa *web* aplikacije.
- *type*, koji predstavlja tip zahteva korisnika.
- *data*, predstavlja podatke koje klijentska strana šalje serverskoj.
- *beforeSend*, izvršavanje nekog koda pre nego što zahtev bude poslat.

Nakon poslatog zahteva, klijentska strana treba da dobije odgovor od serverske, nakon kojeg treba da se ažurira. Na serverskoj strani, *controller* čeka dok klijentska strana ne pošalje zahtev koji treba da se obradi. Na osnovu *url*, *type* i *data* dela zahteva *controller* zna koju funkciju treba da pokrene kako bi obradio zahtev. Nakon što se obrade podaci dobijeni iz zahteva, serverska strana šalje HTTP odgovor klijentskoj strani koji sadrži podatke u JSON formatu. Korisnik za ovu razmenu podataka ne zna, ima osećaj da se sve radi na klijentskoj strani što je jedna od prednosti korišćenja AJAX-a.

4. ZAKLJUČAK

Zadatak rada je bio projektovanje i implementacija veb baziranog grafičkog editora električnih šema. Za arhitekturu rešenja se koristila klijent/server arhitektura, gde je klijentska strana predstavljala grafički korisnički interfejs za crtanje šema, a serverska je služila za obradu zahteva poslatih od strane klijenta.

Koristio se MVC šablon, gde je *View* komponenta u okviru klijentske strane, a *Model* i *Controller* su u okviru serverske strane.

Za stil arhitekture se koristio REST, hibridni stil. Rešenje se oslanja na HTTP protokol. Za komunikaciju između klijentske i serverske strane su se koristili AJAX pozivi, a za razmenu poruka između njih se koristio JSON format. Ovakav način implementacije omogućava dalji razvoj i održavanje lakšim. Neka od ideja za kasniji razvoj je omogućiti višekorisnički režim rada, koji je, pored dostupnosti, bio jedan od razloga za izbor veb tehnologije.

5. LITERATURA

- [1] Milosavljević B., Vidaković M., Java i Internet programiranje. FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2007. ISBN 9788678920479
- [2] Fielding, Roy T., Richard N., Principled Design of the Modern Web Architecture. Univerzitet Kalifornije u Ervajnu, 2002. ISSN 1533-5399
- [3] Predavanja sa predmeta Upravljanje konfiguracijom softvera : dr Igor Dejanović, Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad, 2013.
- [4] Daigneau R., Service Design Patterns: Fundamental Design Solutions for SOAP/WSDL and RESTful Web Services. Nju Džersi, 2011. ISBN-13 9780321544209
- [5] *Introducing JSON*, <http://www.json.org>
- [6] Sanderson S., Freeman A., Pro ASP.NET MVC 3 Framework. Appres, Njujork, 2011. ISBN-13 9781430234043
- [7] *Ajax (programming)*, [http://en.wikipedia.org/wiki/Ajax_\(programming\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Ajax_(programming))
- [8] Richardson L., Ruby S., RESTful Web Services. O'Reilly, Sebastopol, 2007, ISBN-13 9780596529260

Kratka biografija



Miloš Panasiuk je rođen 21.07.1988. godine u Šapcu. 2007. godine upisao se na Fakultet tehničkih nauka, odsek Računarstvo i automatika. Osnovne akademske studije završio je 2012.

СОФТВЕРСКА АПЛИКАЦИЈА ЗА МОДЕЛ АНСАМБЛА ХИЈЕРАРХИЈСКЕ ГРУПЕ ЕКСПЕРАТА**SOFTWARE APPLICATION FOR HIERARCHICAL EXPERT GROUP ENSEMBLE**

Стево Беловић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област- ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО

Кратак садржај – У раду је описана апликација за имплементацију вишеструке неуронске мреже типа хијерархијске групе експерата. Апликација је реализована у програмском језику Јава, уз коришћење окружења Eclipse. Апликација је тестирана на примеру класификовања за одабрани скуп података.

Abstract – This paper describes the application implementing committee machine of the hierarchical expert group ensemble. The application is implemented in Java and using Eclipse framework. The application is tested for classification using the selected data set.

Кључне речи: neural network, committee machine, hierarchical expert ensemble .

1. УВОД

Машине типа ансамбла (committee машине) се најчешће састоје од више неуронских мрежа (чланови ансамбла, експерти) генерисаних процесом обучавања на основу комбинације предикција појединачних експерата. Имају више предности међу којима су: боља перформанса од оне која се постиже појединачним неуронским мрежама; модуларност, што је погодно у случајевима када се мапирање улаза на излаз не може апроксимирати једним естиматором; мања рачунска сложеност него што је то случај са појединачним мрежама.

Комбинација експерата конституише односно чини ансамбл (committee machine). У суштини, она спаја знање стечено од експерата да би се дошло до општег решења. Ова идеја може бити праћена уназад све до Нилсона и 1965. године. Committee машине су универзални апроксиматори. Могу се поделити на две главне класе:

1. *Статичке структуре.* У овој класи излази експерата се комбинују тако што се на неки начин тражи њихов просек. Приликом рачунања овог просека не користи се додатни систем на чији улаз се доводи улазни објекат па отуда и назив статичне. Ова класа садржи следеће методе:
 - Ансамбл методи, где се излази експерата линеарно комбинују да би се добио општи излаз.

- Boosting, где је слаб алгоритам за учење конвертован тако да испуњава произвољно високу тачност.
2. *Динамичке структуре.* У овој класи приликом рачунања просека излаза експерата користи се додатни (gating) систем на чији улаз се доводи улазни објекат па отуда и назив динамичне структуре. Две класе ових структура су:
 - Група експерата, где се појединачни излази експерата нелинеарно комбинују тако што се тражи њихов просек уз помоћ једне gating мреже која је за то задужена.
 - Хијерархијска група експерата, где се појединачни излази експерата нелинеарно комбинују тако што се тражи њихов просек уз помоћ више gating мрежа које су хијерархијски устројене.

У раду је приказана имплементација софтвера за хијерархијску групу експерата. У другом одељку дате су теоријске основе модела хијерархијске групе експерата. У трећем одељку приказана је имплементација апликације и дати су резултати тестирања на скупу података

<http://archive.ics.uci.edu/ml/machine-learning-databases/breast-cancer-wisconsin/breast-cancer-wisconsin.data>.

На крају су дата закључна разматрања.

2. МОДЕЛ ХИЈЕРАРХИЈСКЕ ГРУПЕ ЕКСПЕРАТА

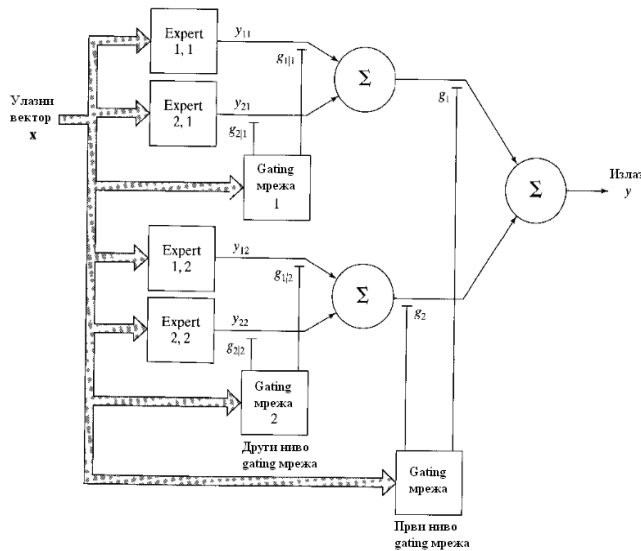
Модел групе експерата (МЕ) дели улазни простор на различите потпросторе где је једна gating мрежа задужена за дистрибуирање информација (сакупљених из обучавајућих података) различитим експертима.

Модел хијерархијске групе експерата (ХМЕ) који је илустрован на слици 1 је природно проширење МЕ модела. Архитектура ХМЕ модела је као дрво у ком се gating мреже налазе на различитим местима која нису листови, док се експерти налазе на листовима дрвета. ХМЕ модел се разликује од МЕ модела у томе што је код ХМЕ модела улазни простор подељен на угнежђене потпросторе и што се информације комбинују између експерата под контролом неколико gating мрежа уређених на хијерархијски начин. ХМЕ модел са слике 1 има два нивоа хијерархије или два слоја gating мрежа. Међутим, могуће је конструисати ХМЕ модел са било којим бројем нивоа хијерархије. Може се запазити да у складу са конвенцијом

НАПОМЕНА:

Овај рад је део мастер рада који је рађен под руководством проф. др Зоре Коњовић..

описаном на слици 1 бројање нивоа gating мреже почиње од излазног чвора дрвета.



Сл. 1 хијерархијска група експерата (ХМЕ) са два нивоа хијерархије

Формулација ХМЕ модела са слике 1 се може посматрати на два начина (Jordan, 1994):

1. *ХМЕ модел је производ завади на владај стратегије.* Ако се верује да је добра стратегија делити улазни простор на регионе онда је једнако добра стратегија поделити сваки од ових региона на подрегионе.

Тако се може наставити рекурзивно с дељењем док се не достигне фаза где је комплексност апроксимирајућих површина довољно слична "локалној" комплексности обучавајућих података. ХМЕ модел треба да се извршава најмање као МЕ модел а често и боље него МЕ модел из следећег разлога: Gating мрежа из вишег нивоа у ХМЕ моделу ефективно комбинује информације и поново их дистрибуира до експерата у посебно подстабло које је под њеном контролом.

Стога, сваки параметар у подстаблу дели снагу са другим параметрима из истог подстабла доприносећи могућем побољшању општих перформанси ХМЕ модела.

2. *ХМЕ модел је меко стабло одлучивања.* Методологија стандардног стабла одлучивања конструише дрво које води до *тврдих* одлука (нпр. да-не) у различитим регионима улазног простора. Ово је супротно са меким одлукама од стране ХМЕ модела. Због тога ХМЕ модел може превазићи стандардно стабло одлучивања из два разлога:

- Тврда одлука неминовно доводи до губитка информација, док мека одлука покушава да сачува информације.

На пример, мека бинарна одлука преноси информацију о удаљености од границе одлучивања (нпр. тачка на којој је одлука 0.5), док тврда одлука то не може. Према томе може се рећи да за разлику од стандардног стабла одлучивања ХМЕ модел се придржава *правила очувања информације*.

- Стандардна стабла одлучивања пате од проблема *похлепе*. Када се једном донесе одлука у таквом стаблу она се замрзне и не мења после тога. ХМЕ модел смањује проблем похлепе зато што се одлуке донете широм стабла стално мењају. За разлику од стандардног стабла одлучивања у ХМЕ моделу је могуће опоравити се од слабе одлуке негде даље дуж стабла.

Ако се ХМЕ модел посматра као пробалистичка основа за стабло одлучивања оно омогућава рачунање вероватноће за било који скуп података и одређивање максималне вероватноће у односу на параметре који одређују поделе између различитих региона улазног простора.

Стога, градећи на ономе што се већ зна о стандардним стаблима одлучивања постоји практично решење за проблем избора модела што је детаљно изложено у [4].

3. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА И ТЕСТИРАЊЕ

У овом одељку описан је дијаграм класа софтверског пакета и дати су резултати његовог тестирања на одабраном скупу података.

3.1. Имплементација

Дијаграм класа који моделује следеће типове committee машине: наивни класификатор, основни метод ансамбла, општи метод ансамбла, динамички метод ансамбла, група експерата, хијерархијска група експерата и алгоритам обучавања ЕМ обухвата следеће класе:

AdaBoost,
 BoostingByFiltering,
 BoostingCMTrainingAlgorithm,
 CMTrainingAlgorithm,
 DynamicCMTrainingAlgorithm,
 EMAlgorithm,
 Hme,
 Me,
 EnsembleCMTrainingAlgorithm,
 NaiveEstimator, StaticCMTrainingAlgorithm,
 DynamicCommitteeMachine,
 AdaBoostCM,
 BoostingByFilteringCM,
 LevelOfCM,
 BoostingCommitteeMachine,
 StaticCommitteeMachine,
 GeneralizedEnsembleMethod,
 BasicEnsembleMethod,
 EnsembleCommitteeMachine,
 DynamicEnsembleMethod,
 CommitteeMachine.

Класе HME, EMAlgorithm и класе потребне за извршавање класа HME и EMAlgorithm имплементирани су у Eclipse окружењу (програмски језик java). Класа HME је модел хијерархијске групе

експерата (НМЕ-а), док је класа EMLgorithm модел ЕМ алгоритма.

За потребе тестирања креирани су објекти НМЕ класе са различитим аргументима. Сви објекти су у облику бинарног стабла и састоје се из одређеног броја експерата и gating мрежа који су објекти класе NeuralNetwork¹. Сви експерти у објектима НМЕ класе су вишеслојни перцептрони који имају три слоја (улазни, скривени и излазни). Gating мреже имају такође три слоја, а излазни слој је Softmax слој.

Детаљан приказ спецификације и имплементације дат је у [4].

3.2. Тестирање

Након креирања објекта НМЕ класе извршено је обучавање над њим помоћу објекта класе EMLgorithm. За обучавање је коришћен обучавајући скуп који је добијен тако што је узето 75% полазног скупа података. Полазни скуп података је преузет са репозиторијума који садржи скупове података за машинско учење². Подаци из полазног скупа се односе на тумор груди код жена. У полазном скупу постоји 699 објеката. Обележја објеката у које спада и класно обележје (које указује да ли је реч о бенигну или малигну тумору) су приказана у табели 1.

Редни бр.	Назив обележја	Домен
1.	Кодни број објекта	id број
2.	Дебљина грумена	1-10
3.	Равномерност величине ћелије	1-10
4.	Равномерност облика ћелије	1-10
5.	Маргинална адхезија	1-10
6.	Величина једне епителне ћелије	1-10
7.	Огољена једра	1-10
8.	Благ хроматин	1-10
9.	Нормална једарца	1-10
10.	Митозе	1-10
11.	Класа	(2 за бениган, 4 за малиган)

Табела 1 Опис обележја објеката из полазног скупа

Прво и седмо обележје нису коришћени приликом обучавања. Прво обележје не утиче на класно обележје, а за седмо немају сви објекти вредност тј. постоје недостајуће вредности. У полазном скупу постоји 458 објеката (65.5%) који имају вредност 2 за

класно обележје, а 241 објекат (34.5%) који има вредност 4 за класно обележје.

Након што је објекат НМЕ класе обучен извршено је тестирање над њим. Најбољи резултати (ако се као критеријум узме проценат погодака) добијени приликом тестирања приказани су у табели 2.

Број нивоа gating мрежа објекта НМЕ класе	Број итерација приликом обучавања	Време обучавања (s (min))	Број неуронских мрежа објекта НМЕ класе	Број неурона у скривеном слоју експерта	Процена погодака над тест скупом
1	100	489.28(8.15)	3	5	64.94
1	100	2601.33(43.36)	3	10	85.63
1	100	10690.06(178.17)	3	15	64.94
2	100	2453.28(40.89)	7	5	64.94
2	100	10292.92(171.55)	7	10	82.18
2	100	25284.36(421.41)	7	15	85.06
3	100	9898.48(164.97)	15	5	81.61
3	100	26375.19(439.59)	15	10	84.48
3	50	35136.58(585.61)	15	15	64.94

Табела 2 подаци везани за обучавање и тестирање

4. ЗАКЉУЧАК

У овом раду је приказана имплементација и дати су резултати тестирања софтвера који имплементира модел ансамбла вештачких неуронских мрежа типа хијерархијске групе експерата. Развијена апликација је тестирана на одабраном скупу података. Резултати тестирања показују да објекат хијерархијске групе експерата који има 1 ниво gating мрежа и 10 неурона у скривеним слојевима експерата има најбољи проценат успешних погодака (85.63%) на коришћеном скупу података.

Види се, такође, да повећавање броја неуронских мрежа не доводи до побољшања најбољег резултата. У неким случајевима проценат успешних погодака је значајно мањи од најбољег, иако је повећан број неуронских мрежа.

Ово се може објаснити конвергенцијом алгоритма обучавања ка локалном оптимуму што представља и правац даљег рада на проблему којим се бави овај мастер рад.

Овом проблему се може приступати применом разних техника за избегавање конвергенције ка локалном оптимуму.

¹ org.neuroph.core.NeuralNetwork

² <http://archive.ics.uci.edu/ml/machine-learning-databases/breast-cancer-wisconsin/breast-cancer-wisconsin.data>

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Haykin, S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation. 2nd Edition, Prentice-Hall, 1999.
- [2] Perrone, M, Cooper, L. (1993) When networks disagree: ensemble methods for hybrid neural networks. Доступно на: <http://machine-learning.martinsewell.com/ensembles/PerroneCooper1993.pdf>
- [3] Maqsood, I., Riaz Kahn, M., Abraham, A. An ensemble of neural networks for weather forecasting. Neural Comput & Applic (2004) 13: 112–122.
- [4] Беловић, С. Ансамбли вештачких неуронских мрежа, мастер рад, Универзитет у Новом Саду Факултет Техничких Наука, 2014.

Кратка биографија:



Стево Беловић је рођен 10.9.1987. године у Кикинди. Основну школу “Глигорије Попов” је завршио 2002. године у Руском Селу. Гимназију “Душан Васиљев” у Кикинди је завршио 2006. године. Исте године уписао се на Факултет техничких наука у Новом Саду на одсек Рачунарство и аутоматика. Звање Дипломираног инжењера рачунарства и аутоматике стекао је 2010. године.

UPRAVLJANJE PROCESIMA POMOĆU REGULATORA BAZIRANIH NA RASPLINUTOJ LOGICI**PROCESS CONTROL WITH FUZZY LOGIC CONTROLLERS**Dejan Stevanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je izvršeno istraživanje na polju fazi regulatora sa primenom u industriji uz oslanjanje na rad konvencionalnog PID regulatora. Izvršeno je poređenje performansi fazi PID i fazi PI regulatora čiji su parametri optimizovani primenom GA i PSO algoritma. Na osnovu dobijenih rezultata odabran je bolji regulator za svaki proces zasebno. Radi utvrđivanja efikasnosti fazi regulatora izvršeno je poređenje sa rezultatima PID regulatora.

Abstract – In this paper was conducted research in the field of fuzzy controllers with application in industry relying on the work of the conventional PID controller. The performance comparison was made between fuzzy PID controller and fuzzy PI controller, whose parameters are optimized using GA and PSO algorithm. Based on the results was chosen a better controller for each process separately. In order to determine the effectiveness of the fuzzy controllers, their results were compared with results of the PID controller.

Ključne reči: fazi, regulator, PID, GA, PSO

1. UVOD

U industriji, kao najčešće primenjeni regulator u cilju upravljanja i regulacije sistema svakako jeste PID (proporcionalno-integralno-diferencijalni) regulator. Sa napretkom tehnologije i razvoja fazi (rasplinite) logike došlo se na ideju da se fazi logika implementira kao regulator koji će doprineti povećanju efikasnosti regulacionih sistema [1]-[4]. U ovom radu je izvršeno istraživanje na polju fazi regulatora sa primenom u industriji uz oslanjanje na rad konvencionalnog PID regulatora. Istraživanjem su obuhvaćeni fazi PID regulator i fazi PI regulator (u daljem tekstu FPID i FPI) [5] gde je izvršeno poređenje njihovih efikasnosti upravljanja nad industrijskim procesima.

Radi postizanja što je moguće boljih rezultata vršena je optimizacija parametara regulatora. Korišćeni algoritmi su: genetski algoritam (Genetic Algorithm - GA) inspirisan evolucijom [6] i algoritam zasnovan na roju (jatu) čestica (Particle Swarm Optimization - PSO) [7].

2. ANALIZA

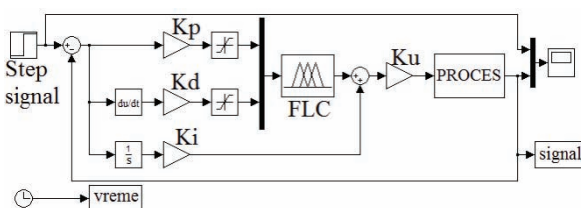
Softverski paket MATLAB koji je korišćen u ovom radu, sadrži grafičko okruženje Simulink korišćeno za kreiranje simulacionog modela.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Filip Kulić, red. prof.

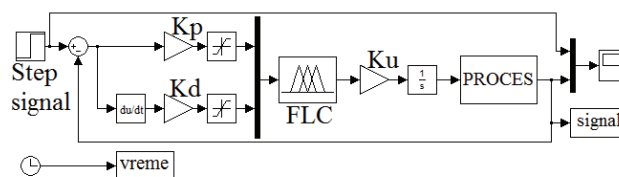
Kreirana su dva nezavisna modela jer su, kao predmet istraživanja, uzeta dva tipa fazi regulatora.

FPID regulator prikazan na slici 1 i FPI regulator predstavljen slikom 2.



Slika 1. Simulaciona blok šema fazi PID regulatora

Ulazi FPID regulatora (slika 1) su greška e , promena greške e_d i integral greške e_i koji se sabira sa signalom du (promena upravljanja) dobijenim pomoću sistema fazi zaključivanja (označen na slici sa FLC) kreirajući upravljački signal u .

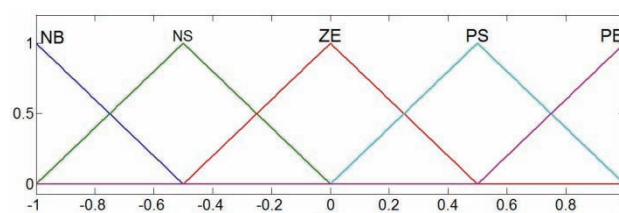


Slika 2. Simulaciona blok šema fazi PI regulatora

Konstrukcija FPI regulatora predstavljena slikom 2 poseduje samo dva ulaza za razliku od FPID regulatora. Ulazi su greška e i promena greške e_d . Na osnovu ulaznih signala FLC blok kreira promenu upravljanja du čijom se integracijom dobija upravljački signal u .

Pri konstrukciji fazi regulatora prvi korak predstavlja definisanje ulaznih i upravljačkih promenljivih za određena stanja procesa kojim se upravlja i određivanje koje upravljačke akcije će biti primenjene u određenim stanjima procesa.

Ovo se odnosi na konstrukciju FLC bloka. Ulazi u FLC su signali greške e i promene greške e_d za oba tipa regulatora a izgled promenljivih je prikazan na slici 3.

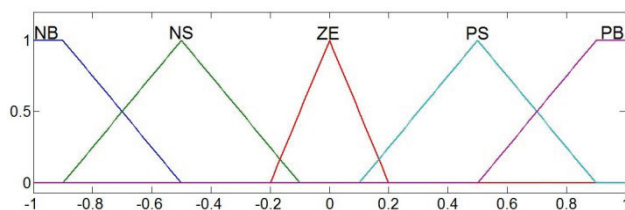
Slika 3. Ulazna fazi promenljiva (e , e_d) FLC bloka

Oba ulaza poseduju identičnu strukturu i opisana su trougaonim funkcijama pripadnosti kao najčešće korišćenim u različitim oblastima [8], [9]. Fazi

promenljive, oslanjajući se na korišćenu literaturu [10], su opisane sa pet funkcija pripadnosti što određuje da regulator poseduje dvadeset i pet pravila (5x5) u dobro definisanom fazi regulatoru Mamdani AND tipa pravila [11].

Vrednosti fazi promenljivih e i e_d (slika 3) su *negativna velika* (NB), *negativna mala* (NS), *nula* (ZE), *pozitivna mala* (PS) i *pozitivna velika* (PB). Funkcije pripadnosti su definisane nad intervalom [-1, 1] i iz tog razloga su uvedeni skalari (pojačanja) kojima se signali ulaza (a i i izlaza) svode na željeni opseg (na slikama 1 i 2 označeni sa K_p , K_d , K_u i K_i).

Kod oba tipa fazi regulatora FLC poseduje izlazni signal du (promena upravljanja) čija je struktura predstavljena na slici 4. Vrednosti fazi promenljive du su *negativna velika* (NB), *negativna mala* (NS), *nula* (ZE), *pozitivna mala* (PS) i *pozitivna velika* (PB).



Slika 4. Izlazna fazi promenljiva (du) FLC bloka

Do oblika, kao takvog, došlo se na osnovu nekih ranijih iskustava kao i konsultovanja literatura iz ove oblasti [12]–[14].

Ideja je da se trapeznom funkcijom na granicama intervala obuhvati određeni skup vrednosti (u ovom slučaju [-1, -0.9] i [0.9, 1]) koje će biti tretirane kao ekstremni slučajevi (kada je razlika željene i ostvarene vrednosti velika) čija bi pripadnost fazi skupovima NB i PB bila jednaka jedinici a ne da to budu samo granične vrednosti -1 i 1.

Sa slike 4 se može videti i da su preklapanja fazi skupa ZE i skupova NS i PS mala.

Ovakvim pristupom je pokušano da se izbegnu nagle promene upravljačkog signala u stacionarnom stanju sa ciljom izbegavanja velikih oscilacija što će biti utvrđeno simulacijom ovako podešenog regulatora.

U ovom radu je, kao tip fazi sistema, predložen Mamdanijev model sa AKO-ONDA pravilima. Ovaj model je izabran jer se njegova primena najčešće sreće u sistemima za kontrolu i upravljanje [11], [15]. Pravila koja opisuju odlučivanje o upravljanju na osnovu greške i promene greške su data tabelom 1.

Tabela 1. Tabela upravljačkih pravila fazi regulatora

$e \setminus e_d$	NB	NS	ZE	PS	PB
NB	NB	NS	ZE	PS	PB
NS	NB	NS	ZE	PS	PB
ZE	NS	NS	ZE	PS	PB
PS	NS	ZE	PS	PS	PB
PB	ZE	PS	PS	PB	PB

Kao metode u fazama aproksimativnog zaključivanja odabrane su: MIN za fazifikaciju, MIN za implikaciju, MAX za agregaciju i BOA za defazifikaciju.

Pored ove probano je sa još kombinacija gde su za fazifikaciju korišćene metode MIN i PROD, za agregaciju MAX i SUM i za defazifikaciju COA, BOA, MOM, LOM i SOM ali je početna kombinacija dala najbolji rezultat.

Genetski algoritam korišćen u radu je osnovne strukture. Posедуje 50 jedinki gde svaka jedinka poseduje osam (sedam) gena koji se odnose na parametre FPID (FPI) regulatora.

Kao postupak selekcije korišćen je postupak ruleta a ukrštanje je uniformno u osam (sedam) tačaka za FPID (FPI) regulator.

Algoritam poseduje i elitizam koji dve najbolje jedinke prenosi u narednu generaciju.

Mutacija je predstavljena parametrima *prag mutacije* i *jačina mutacije* za koje su odabrane vrednosti 0.2 i 0.01 respektivno, gde vrednost *jačina mutacije* nije statična već se svanjuje kroz iteracije.

PSO algoritam takođe poseduje 50 jedinki odnosno čestica. Postupak optimizacije je vršen na osnovu jednačina

$$v[] = w \cdot v[] + c_1 \cdot \text{rand}() \cdot (pbest[] - x[]) + c_2 \cdot \text{rand}() \cdot (gbest[] - x[]) \quad (1)$$

$$x[] = x[] + v[] \quad (2)$$

gde su: $v[]$ težinski faktor čestice (brzina), $x[]$ pozicija čestice (rešenje), $pbest[]$ najbolje lokalno rešenje, $gbest[]$ najbolje globalno rešenje, $\text{rand}()$ slučajno izabran broj iz intervala (0,1), w inercioni faktor čija vrednost je iz intervala (0.2, 0.9), c_1 i c_2 faktori učenja čije su vrednosti 1 i 1.05 respektivno.

Trajanje optimizacionih algoritama je 10 iteracija dok vreme izvršavanja algoritma zavisi od brzine sistema. Kao kriterijum pronalazjenja optimalnog rešenja uzeto je u obzir vreme smirenja T_s .

3. REZULTATI SIMULACIJE

Konačni rezultati su predstavljani u tabeli 2 za četmaest reprezenata tipičnih dinamičkih karakteristika industrijskih procesa sa funkcijama prenosa [16]:

$$G_{p1}(s) = \frac{2e^{-s}}{(10s+1)(5s+1)}, G_{p2}(s) = \frac{1}{(s+1)^4},$$

$$G_{p3}(s) = \frac{1}{\prod_{k=0}^3 (0.7^k s + 1)}, G_{p4}(s) = \frac{e^{-5s}}{(s+1)^3}, G_{p5}(s) = \frac{1-s}{(s+1)^3},$$

$$G_{p6}(s) = \frac{1}{\prod_{k=0}^3 (0.2^k s + 1)}, G_{p7}(s) = \frac{(2s+1)e^{-4s}}{(10s+1)(7s+1)(3s+1)},$$

$$G_{p8}(s) = -\frac{(13.81s+1)(18.4s+1)}{(59s+1)^5}, G_{p9}(s) = \frac{e^{-s}}{(s^2+0.1s+1)},$$

$$G_{p10}(s) = \frac{e^{-0.5s}}{s}, G_{p11}(s) = -\frac{1.6(-0.5s+1)}{s(3s+1)},$$

$$G_{p12}(s) = \frac{1}{s(s+1)^3}, G_{p13}(s) = \frac{4e^{-2s}}{4s-1} \text{ i}$$

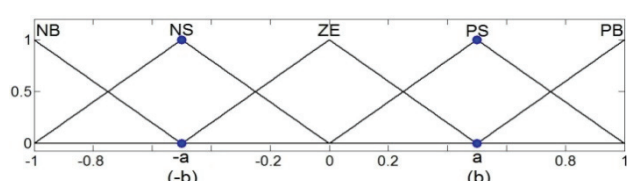
$$G_{p14}(s) = \frac{e^{-0.5s}}{(5s-1)(2s+1)(0.5s+1)}.$$

Pored parametara fazi regulatora u tabeli su predstavljene i ostvarene vrednosti greške u stacionarnom stanju E_{ss} , vremena smirenja T_s i preskoka P .

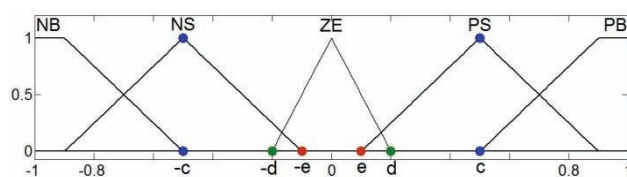
Prvo se pristupilo ručnom podešavanju parametara fazi regulatora na osnovu formula i pravila iz [17] koristeći već podešen PID regulator iz [16]. Zatim se pristupilo optimizaciji FPID i FPI regulatora pomoću GA i PSO algoritama gde su odabrani parametri optimizacije, pored skalera K_p , K_d , K_u i K_i prikazani slikama 5 i 6.

Tabela 2. Podešeni fazi regulatori primenjeni nad industrijskim procesima

Proces	Regulator	K_p	K_d	K_i	K_u	a	b	c	d	e	Ess	T_s [s]	P [%]
$G_{p1}(s)$	FPID	2.3672	4.1575	0.0246	4.6567	0.6784	0.6896	0.7998	0.2999	0.0999	-0.0018	08.24	01.98
$G_{p2}(s)$	FPID	1.8994	2.7813	0.1977	1.6878	0.3971	0.7205	0.8000	0.2629	0.0629	-3.48e-05	6.09	01.96
$G_{p3}(s)$	FPID	1.1576	0.9696	0.3429	1.1918	0.3326	0.4880	0.5966	0.2261	0.0261	-3.29e-09	05.31	01.13
$G_{p4}(s)$	FPID	4.9511	3.3303	0.6066	0.1156	0.8000	0.2317	0.7878	0.2559	0.0559	-2.33e-06	24.93	01.91
$G_{p5}(s)$	FPID	1.5614	1.5170	0.2819	0.8518	0.4935	0.5347	0.6260	0.3000	0.1000	-1.20e-07	07.17	01.86
$G_{p6}(s)$	FPID	2.2627	0.0378	0.8873	1.2868	0.6045	0.7584	0.6989	0.2748	0.0748	2.22e-16	02.54	01.95
$G_{p7}(s)$	FPID	0.5200	2.7000	0.0215	3.5700	0.5000	0.5000	0.5000	0.2000	0.1000	1.37e-04	23.03	01.48
$G_{p8}(s)$	FPID	-2.6983	-275.51	-0.0041	0.8869	0.5656	0.8000	0.5688	0.3000	0.1000	1.60e-04	472.47	01.91
$G_{p9}(s)$	FPI	2.2987	0.0610	---	0.0960	0.4931	0.8000	0.5621	0.2926	0.0926	6.75e-04	26.57	00.66
$G_{p10}(s)$	FPID	3.9715	2.1969	0.0044	0.5206	0.3059	0.8000	0.7978	0.3000	0.1000	-0.0041	04.54	00.71
$G_{p11}(s)$	FPID	-3.2000	-3.1000	0.0009	0.9600	0.5000	0.5000	0.5000	0.2000	0.1000	0.0055	05.51	00.54
$G_{p12}(s)$	FPID	2.4564	4.5004	0.00063	0.7844	0.5174	0.8000	0.6533	0.2700	0.0700	-0.0022	08.18	01.14
$G_{p13}(s)$	FPI	0.1542	6.4175	---	0.0822	0.7203	0.5515	0.7019	0.2319	0.0319	0.0082	74.60	01.61
$G_{p14}(s)$	FPID	3.0000	6.6000	0.0660	3.8000	0.5000	0.5000	0.5000	0.2000	0.1000	0.0064	23.88	73.90



Slika 5. Parametri ulazne fazi promenljive koji su uključeni u proces optimizacije gde je a vezan za grešku e , a parametar b za promenu greške e_d



Slika 6. Parametri izlazne fazi promenljive koji su uključeni u proces optimizacije gde je c parametar koji utiče na NB, NS, PS i PB, parametar d utiče na ZE, a parametar e utiče na NS i PS i dat je zavisnošću $e=d-0.2$

Izvršeno je poređenje dobijenih rezultata i odabran je pogodniji regulator, kao upravljačko rešenje, za dati proces. Tabelom 3 dati su dobijeni rezultati za proces $G_{p7}(s)$ sa prikazom trajanja optimizacije τ .

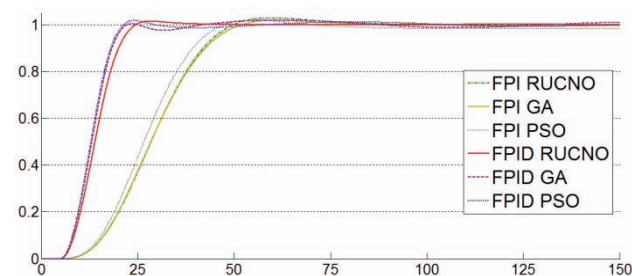
Tabela 3. Rezultati simulacije za proces $G_{p7}(s)$

			Ess	T_s [s]	P [%]	τ [min]
$G_{p7}(s)$	F P I	Ručno	9.05e-04	68.90	02.9	---
		GA	0.0046	49.00	01.8	77.87
		PSO	0.0179	44.87	01.9	76.93
	F P I D	Ručno	1.37e-04	23.03	01.5	---
		GA	-0.0091	35.04	01.9	74.13
		PSO	1.70e-04	20.31	01.7	76.08

Na osnovu numeričkih rezultata i grafičkog prikaza odziva sistema (slikom 7 dat je odziv sistema za $G_{p7}(s)$) određen je bolje pokazani regulator za svaki proces.

Na osnovu uporednih karakteristika fazi regulatora (FPI i FPID) došlo se do zaključka da je kao pogodnije upravljačko rešenje, gledajući sveobuhvatno procese u ovom radu, to mesto zauzeo FPID regulator. Od četrnaest

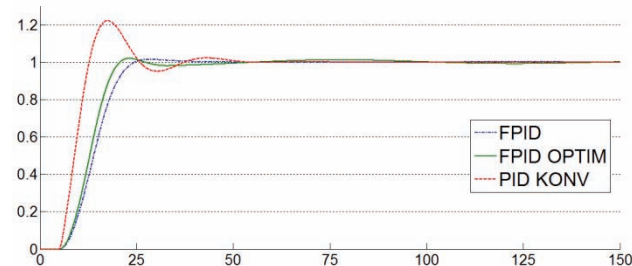
procesa samo u dva je bolje rezultate postigao FPI regulator dok je u ostalim to učinio FPID.



Slika 7. Odzivi sistema za proces $G_{p7}(s)$ sa FPI i FPID regulatorom čiji su parametri određeni ručnom metodom i optimizovani GA i PSO algoritmima

Takođe se na osnovu uporednih karakteristika optimizacionih algoritama može zaključiti da se PSO pokazao kao bolje optimizaciono sredstvo postigavši bolje rezultate u trinaest procesa a GA samo za proces $G_{p3}(s)$. Kao što je već ranije pomenuto, kao podloga ovom istraživanju korišćen je rad sa konvencionalnim PID regulatorom iz [16].

Iz tog razloga je bilo neophodno izvršiti poređenje rezultata radi određivanja uspešnosti fazi regulatora u odnosu na konvencionalni PID (kao primer je uzet proces $G_{p7}(s)$ čiji su rezultati predstavljeni slikom 8 i tabelom 4).



Slika 8. Odzivi sistema za proces $G_{p7}(s)$ sa FPID regulatorom, optimizovanim FPID regulatorom PSO algoritmom i konvencionalnim PID regulatorom

Tabela 4. Simulacioni rezultati za proces $G_{p7}(s)$

		E_{ss}	T_s [s]	T_r [s]	P [%]	T_p [s]
$G_{p7}(s)$	FPID	1.37e-04	23.03	11.50	01.48	28.40
	FPID optimizovan	-0.0014	19.83	9.64	02.00	23.15
	PID konvencionalni	-2.50e-07	45.16	5.66	22.18	17.53

Tabelom su dati i vreme uspona T_r kao i vreme kada je došlo do preskoka T_p .

Iz poređenja odzivnih karakteristika fazi regulatora (FPID i FPI) i konvencionalnog PID regulatora došli smo do podataka da je fazi regulator postigao bolje rezultate upravljajući procesima u osam slučajeva od kojih je u sedam upravljanje vršeno sa FPID regulatorom a u jednom FPI regulatorom. PID regulator je bolje upravljanje ostvario u preostalih šest.

4. ZAKLJUČAK

Jednu od osnovnih karakteristika i mana fazi regulatora (nezavisno kog tipa) predstavlja mnoštvo parametara i metoda koje je moguće podesiti zarad postizanja boljih rezultata u odnosu na konvencionalni PID regulator. U ovom redu je predstavljen samo jedan od mnogih načina konstrukcije fazi regulatora. Na osnovu istraživanja, fazi regulator je postigao dosta dobre rezultate pokazavši se kao bolje upravljačko sredstvo od PID regulatora u osam od četrnaest procesa.

Ovim radom je pokazano da je PID regulatore moguće zameniti fazi regulatorima ako su oni dobro konstruisani i tako podešeni da se dobije zadovoljavajuće ponašanje sistema. Međutim, predmet projektovanja i podešavanja fazi regulatora je problem koji ostaje otvoren podstičući dalja istraživanja.

5. LITERATURA

- [1] L. A. Zadeh, "Fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy systems: selected papers / by Lotfi A. Zadeh", edited by G.J. Klir, B.Yuan, World Scientific Publishing Co Pte Ltd, 1996.
- [2] I. Iancu, M. Colhon, "Mamdani FLC with various implications", *11th International Symposium on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing – SYNASC 09, IEEE Computer Society*, pp. 368-375, Timisoara, Romania, 26-29 September 2009.
- [3] K. Michels, F. Klawonn, R. Kruse, A. Nurnberger, "Fuzzy Control: Fundamentals, Stability and Design of Fuzzy Controllers", Springer, 2006.
- [4] J. Jantzen, "Foundations of Fuzzy Control: A Practical Approach", Second Edition, John Wiley and Sons, Ltd, United Kingdom, 2013.
- [5] T. Petrović, "Projektovanje i podešavanje fuzzy regulatora PID tipa na bazi fazifikacije konvencionalnih regulatora – Materijal za vežbe", *Nelinearni sistemi upravljanja 2*, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2008.
- [6] M. Gen, R. Cheng, "Genetic Algorithms and Engineering Optimization", John Wiley and Sons, Inc., New York, USA, 2000.
- [7] J. Kennedy, R. C. Eberhart, "Swarm Intelligence", Academic Press, London, United Kingdom, 2001.

- [8] Buckley J. J., Eslami E., Feuring T.; "Fuzzy mathematics in economics and engineering", Springer, 2002.
- [9] Lootsma F. A.; "Fuzzy logic for planning and decision making", Springer, 1997.
- [10] S. Turajlić, "Upravljanje procesima - Skripta sa predavanja", Upravljanje industrijskim procesima, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2011.
- [11] E. H. Mamdani, "Application of fuzzy algorithms for the control of a simple dynamic plant", *Proceedings of IEEE*, Vol. 121, No. 12, pp 1585-1588, 1974.
- [12] T. Wu, S. Chen, "A New Method for Constructing Membership Functions and Fuzzy Rules from Training Examples", *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics – Part B: Cybernetics*, Vol. 20, No. 1, February 1999.
- [13] T. D. Pham, S. Valliappan, "Constructing the Membership Function of a Fuzzy Set with Objective and Subjective Information", *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, Vol. 8, No. 1, pp 75-82, January 1993.
- [14] A. Voloshyn, G. Gnatienco, E. Drobot, "Fuzzy Membership Functions In A Fuzzy Decision Making Problem", *International Journal "Information Theories & Applications"*, Vol. 10, No. 3, pp 243-247, 2003.
- [15] I. Elamvazuthi, P. Vasant, J. Webb, "The Application of Mamdani Fuzzy Model for Auto Zoom Function of a Digital Camera", *International Journal of Computer Science and Information Security*, Vol. 6, No. 3, 2009.
- [16] T. B. Šekara, M. B. Trifunović, M. R. Mataušek, "Modifikacije relejnog eksperimenta za određivanje preteka faze i preteka pojačanja regulacionog procesa", *Zbornik radova 55. Konferencije za ETRAN*, Banja Vrućica, 6-9. juna 2011.
- [17] J. Jantzen, "Tuning of Fuzzy PID Controllers", *Technical University of Denmark, Department of Automation*, Tech. report No 98-H 871, April 16, 1999.



Dejan Stevanović rođen je u Kikindi 1989. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Automatika i upravljanje sistemima odbranio je 2014. god.

**OBNOVLJIVI IZVORI I SISTEMI SKLADIŠTENJA ENERGIJE U ZAPADNOJ SRBIJI
RENEWABLE SOURCES AND ENERGY STORAGE SYSTEMS IN WESTERN SERBIA**Branko Ostojčić, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad***Oblast: ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj - Rad opisuje obnovljive izvore energije, kao i sisteme skladištenja energije na teritoriji Zapadne Srbije. Detaljno su obrađeni najčešći oblici iskorišćenja obnovljivih izvora, opisane su postojeće elektrane iz ove oblasti, date potencijalne lokacije za izgradnju novih objekata za iskorišćenje obnovljivih izvora na nivou Zapadne Srbije, kao i cele Srbije. Na kraju je dat i konkretan podatak o udelu obnovljivih izvora energije Zapadne Srbije u elektroenergetskom sistemu Srbije.

Abstract – The paper describes renewable resources and energy storage systems in Western Serbia. The most common forms of exploitation of renewable resources are detailed, existing power plants of renewable resources are described, potential sites for construction of new facilities renewable resources are given for Western Serbia, and also for whole Serbia. Finally, a concrete fact are given about share of renewable resources Western Serbia in power system of Serbia.

Ključne reči: *Obnovljivi izvori energije, sistemi skladištenja energije, udeo obnovljivih izvora energije.*

1. UVOD

U poslednjoj deceniji veoma je porastao interes za obnovljive izvore energije i njihovu integraciju u elektroenergetski sistem. Tome je doprineo konstantan rast potražnje za energijom, a posebno električnom, smanjenje rezervi klasičnih primarnih energenata (fosilnih goriva), stalan rast cena električne energije, sve uočljivije globalne posledice emisije štetnih gasova.

Potencijali obnovljivih izvora energije su ogromni (samo Sunce isporučuje Zemlji oko 15 hiljada puta više energije nego što čovečanstvo danas troši), ali trenutni tehnološki razvoj ne dopušta oslanjanje samo na njih.

Sunčeva energija je izvorni oblik većine obnovljivih izvora energije (vetra, vode, biomase), dok nekoliko izvora, kao što su geotermalna energija i energija plime i oseke ne potiču od nje (prva od energije oslobođene raspadom radioaktivnih elemenata u unutrašnjosti Zemlje, dok je druga izazvana dejstvom gravitacionog polja Meseca).

Većina energije dobijene iz obnovljivih izvora odnosi se na energiju vode, dok je učešće ostalih obnovljivih izvora energije danas relativno malo.

NAPOMENA:

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

Kada se govori o sistemima za skladištenje energije, električna energija se ne može direktno skladištiti, već indirektno, pretvaranjem električne energije u neki drugi obliku energije. U suštini, uređaji za skladištenje energije se pune tokom perioda sa niskim energetskekim zahtevima, a prazne tokom perioda visokih energetskekih zahteva, da obezbede podršku energetskekom sistemu kada je to potrebno.

Tema ovog rada jesu obnovljivi izvori energije i sistemi skladištenja energije na teritoriji Zapadne Srbije.

2. POTENCIJAL OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U ZAPADNOJ SRBIJI**2.1. Energetski potencijal Sunčevog zračenja**

Potencijal sunčeve energije predstavlja 16,7% od ukupno iskoristivog potencijala obnovljivih izvora energije u Srbiji. Energetski potencijal sunčevog zračenja je za oko 30% viši u Srbiji nego u Srednjoj Evropi i intenzitet sunčeve radijacije je među najvećima u Evropi. Dobri prirodni uslovi za izgradnju solarnih elektrana predstavljaju i predeli Zlatiborskog okruga. Dodatnu povoljnost pruža lokacija na blagim padinama koje su okrenute prema jugu. Na Zlatiboru, je 2012. godine počela izgradnja prve solarne elektrane, snage 5 [MW]. Sam geografski položaj Zlatobora je vrlo povoljan, kada se misli na solarnu iskoristivost. Godišnja suma energije sunčevog zračenja na horizontalnu površinu za Zlatibor iznosi 1316,4 [kWh/m²], što predstavlja visoku vrednost. U Užicu je izgrađena i prva energetskeki efikasna zgrada, koja predstavlja prvi objekat takve vrste na nivou Zapadne Srbije. Zgrada ima 6 spratova i 17 stanova. Iz fotonaponskih panela, solarnih kolektora za zagrevanje sanitarne vode i toplotnih pumpi dobija se potrebna energija. Zapadna Srbija, kao i cela Srbija, ima dobra uslove za korišćenje solarne energije, ali joj zbog cene najviše odgovaraju solarni toplotni energetskeki sistemi za zagrevanje vode i grejanje prostora.

2.2. Energetski potencijal vetra

Energetski potencijal vetra u Srbiji procenjuje se na instalisanu snagu oko 1300 [MW]. Planinske oblasti Zapadne Srbije (oblasti poput Zlatibora, Tare, Zlatara) pogodna su područja za izgradnju vetroelektrana. Broj povoljnih lokacija je ograničen, a izgradnja farme vetrenjača nije jeftina, ali je energija vetra trenutno najekonomičniji obnovljivi izvor energije koji se koristi. Međutim, kod elektrana na vetar proizvodnja je nestabilna i nepredvidiva zbog čega je neophodno obezbediti dodatne kapacitete kako bi elektroenergetski sistem funkcionisao. Prema studiji iz 2005. godine na osnovu

koje je napravljen atlas vetra Srbije, može se videti da prosečna snaga vetra na visini od 100 [m] na teritoriji Zapadne Srbije iznosi manje od 100 [W/m²]. I pored činjenice da je potencijal energije vetra ogroman u brdskim predelima Zapadne Srbije, do sada ništa konkretno nije urađeno.

2.3. Energetski potencijal geotermalnih izvora

Za proizvodnju električne energije iz geotermalnih izvora temperature moraju biti najmanje 100 [°C], dok je temperature vode geotermalnih izvora u Srbiji najčešće u opsegu od 40 [°C]. Teorijski kapacitet postojećih aktivnih i neaktivnih geotermalnih izvora je 83 [MW]. Od toga aktivni teorijski kapacitet bušotina i izvora koji su u funkciji iznosi 42 [MW], dok je njihovo iskorišćenje manje od 14 [MW]. Ukupna toplotna snaga koja bi se mogla dobiti iskorišćenjem svih postojećih izvora termalne vode iznosi 216 [MW] uz proizvodnju toplotne energije oko 7650 [TJ] godišnje, što je jednako količini od oko 180 000 tona nafte. Kada je reč o geotermalnoj energiji u Zapadnoj Srbiji, opet se pominje Zlatibor. Kod hotela Planum, u centru Zlatibora, pronađeno je izvoriste geotermalne vode, koje predstavlja jedno od značajnijih nalazišta podzemnih voda na toj teritoriji jer je u pitanju količina veća od pola miliona litara vode na dan, i to na dubini većoj od 100 [m]. U selu Visoka, 34 [km] od Arilja, nalazi se banja čija voda izvire u samom koritu reke. Temperatura vode je 28 [°C], samim tim i nije kada se misli na energetsku iskoristivost izvora. Pa stoga nije realno očekivati da će u bliskoj budućnosti geotermalna energija Zapadne Srbije biti korišćena za dobijanje električne.

2.4. Energetski potencijal biomase

Najznačajniji obnovljivi izvor energije u Srbiji je biomasa čiji se energetski potencijal procenjuje na oko 2,7 miliona tona energije [ten] i koji bi prema nekim procentima mogao da zadovolji 30% energetskih potreba Srbije. Čine ga ostaci u šumarstvu i drvnoj industriji (oko milion [ten]), i ostaci u ratarstvu, stočarstvu, voćarstvu, vinogradarstvu i primarnoj preradi voća (1,7 miliona [ten]). Takođe, postoje i uslovi za proizvodnju biogoriva- biodizela, bioetanola. Proizvodnja bioetanola se bazira na melasi i žitaricama, mada bi mogla više da se okrene ka proizvodnji žitarica. Za proizvodnju 100 tona bioetanola potrebno je oko 330 tona žitarica. Dok se za proizvodnju biodizela mogu koristiti uljarice- suncokret, soja i uljna repica, i otpadna jestiva ulja. Ukupne površine pod uljaricama se procenjuju na oko 668 800 [ha], od čega bi se uljarice za dobijanje biodizela mogle gajiti na 350 000 [ha]. Procene su da bi se godišnje moglo sakupiti oko 10 000 tona otpadnih jestivih ulja pogodnih za proizvodnju biodizela, pa bi u Srbiji moglo da se proizvede do 250 600 tona biodizela godišnje. U zapadnim delovima Srbije najzastupljenija je šumska, odnosno drvena biomasa. Na Zlatiboru je 2012 potpisan ugovor o otvaranju postrojenja na biomasu.. Samo postrojenje centrale može biti modularno, predviđene snage do 10 [MW] iz čega proizilazi izgradnja šest postrojenja od 1,6 [MW]. Biće primenjena tehnologija gasifikacije drveta bez ispuštanja dimnih gasova. Zbog velikog potencijala šumskih

ostataka na teritoriji opštine Nove Varoši je 2008 puštena u rad fabrika za proizvodnju peleta i briketa sa kapacitetom od 10 000 [t/god.] Takođe, u toj opštini su odlučili da izgrade kogenerativno postrojenje na biomasu za kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije. Predviđeni kapacitet je 3 [MW] električne i 10 [MW] toplotne energije. Fabrika za proizvodnju peleta u Bajnoj Bašti ima kapacitet od 30 000 [t/god.] i predstavlja najveću fabriku te delatnosti u ovom delu Srbije.

2.5. Hidroenergetski potencijal

Ukupni hidropotencijal Srbije procenjen je na oko 31 000 [GWh] godišnje. Veći deo tog potencijala (oko 62%) je već iskorišćen, jer je ekonomski opravdano građenje većih proizvodnih kapaciteta. Ostatok hidropotencijala je iskoristiv gradnjom manjih i skupljih objekata, posebno ako se računa na mini i mikro elektrane. U pogledu mogućnosti povećanja instalisanih kapaciteta, hidrocentrala Srbija ima značajne mogućnosti. Pored prostora za izgradnju nekoliko velikih hidrocentrala, postoji i više stotina potencijalno interesantnih lokacija za izgradnju malih hidrocentrala. Potencijal malih vodotokova, na kojima se mogu graditi male hidroelektrane, iznosi oko 0,4 [ten]- ili 3% od ukupnog potencijala obnovljivih izvora u Srbiji. Iskorišćenjem ukupnog energetskog potencijala malih hidroelektrana moguće je proizvesti oko 4,7% od ukupne proizvodnje električne energije u Republici Srbiji i oko 15% sadašnje proizvodnje električne energije u hidroelektranama. Hidroenergija u Zapadnoj Srbiji predstavlja najiskorišćeniji oblik obnovljivih izvora energije. Još davne 1900. počela je da radi hidroelektrana "Pod gradom" u Užicu na reci Đetinji, prva elektrana u Srbiji, po Teslinim principima naizmeničnih struja, i to samo četiri godine nakon početka rada hidroelektrane na Nijagari. Hidrocentrala ima tri objekta, brana raspona 32 [m], dovodni kanal dužine 776 [m] i zgrada centrale. Instalirane su dve Francis-ove turbine po 36,75 [kW] (50 konjskih snaga), i dva trofazna generatora snage po 32,8 [kW], frekvencije 50 [Hz], i napona 2000 [V]. Elektrana radi i dan danas. Drina i Lim sa pritokama su najznačajniji po hidroenergetskom potencijalu u ovom delu Srbije. Hidroelektrana Bajna Bašta najveći je hidroenergetski projekat sagrađen na reci Drini. Nalazi se južno od Bajine Bašte na udaljenosti od 12 [km]. Njena prosečna godišnja proizvodnja električne energije iznosi 1.625 [GWh] električne energije. Revitalizacija blokova hidroelektrane završena je 2013. godine i instalirana snaga 4 agregata pojedinačne snage 105,6 [MW] godišnje u proseku proizvedu oko 1.5 [GWh] električne energije. Turbine su instalirane snage 108 [MW] sa 136,36 [ob/min]. Aktivne snage generatora su 105,6 [MW]. Blok transformator je nominalne snage od 112 [MVA]. Ukupna zapremina akumulacije je 345 kubnih hektometara, površina sliva je 15308 [km²] Korisni energetski sadržaj akumulacije 218 kubnih hektometara ili 30 miliona [kWh] električne energije, instalirani protok je 4 x 173 [m³/s] na nazivnom padu od 66 metara. Do sada su u slivu reke Lim izgrađene 4 hidroelektrane. Dve na reci Lim: Hidroelektrana Potpeć - u hidroelektrani Potpeć mašinska hala je u sklopu brane, ima ugrađena tri agregata od po 18 [MW], srednje godišnje proizvodnje

oko 180 miliona [kWh]. Osim svoje osnovne elektroprivredne delatnosti, hidroelektrana Potpeć ima i zadatak da obezbeđuje kontinuitet proticaja vode nizvodno kroz naseljena mesta. Izgradnjom hidroelektrane Potpeć i elektrana na Uvcu, iskorišćen je potencijal reka Uvca i Lima sa svega 31%. Hidroelektrana Bistrica - u mašinskoj zgradi smeštene su dve turbine tipa Francis sa vertikalnom osovinom, turbinskim zvonastim zatvaračem, pomoćnim tablastim zatvaračem na odvodu, regulatorima brzine i pritiska, i generatorima direktno povezanih na njih, snage 104 [MW].

Prema osnovnoj šemi elektrane izabrana su dva trofazna blok – transformatora snage po 54 [MVA], napona 10,5/242 [kV]. Izgrađene su i dve hidroelektrane na reci Uvac: Hidroelektrana Kokin Brod - Hidroelektrana Kokin Brod je priborskog tipa, visine 83 [m] i dužine 1 208 [m], snage 22,5 [MW] sa ukupnim instalisanim protokom od 43 [m³/s]. Turbina radi sa 375 [ob/min].. Ukupna zapremina akumulacije je 250 miliona kubnih metara, a korisna zapremina 210 miliona kubnih metara sa maksimalnim energetske sadržajem akumulacije od 250 [GWh], na sistemu Kokin Brod-Bistrica. Hidroelektrana Uvac – Brana hidroelektrane Uvac je 110 [m] visine, širine 107 [m] i dužine 313 [m].

Za par meseci zaustavljeno je oko 220 miliona metara kubnih vode Uvca u velikoj akumulaciji dugoj 27 [km]. Snaga ove derivacione hidroelektrane je 36 [MW] sa ukupnim instalisanim protokom od 43 [m³/s]. Turbina radi na 300 [ob/min] dok je aktivna snaga generatora 36 [MW].

Ukupna zapremina akumulacije je 210 miliona kubnih metara a maksimalni energetske sadržaj je 32 [GWh]. U Tabeli 1 prikazani su proizvodni kapaciteti hidroelektrana na teritoriji Zapadne Srbije.

Tabela 1. Proizvodni kapaciteti hidroelektrana u Zapadnoj Srbiji

Hidroelektrane	Snaga na pragu [MW]
Hidroelektrana Bajina Bašta	364
Reverzibilna hidroelektrana Bajina Bašta	614
Hidroelektrana Bistrica	102
Hidroelektrana Potpeć	51
Hidroelektrana Uvac	36
Hidroelektrana Kokin Brod	22
UKUPNO	1189

Ukupni proizvodni kapaciteti gore navedenih hidroelektrana iznose 1189 [MW]. Trenutni proizvodni kapaciteti svih hidroelektana na nivou Srbije iznosi 2835 [MW], od čega Đerdap 1, i Đerdap 2, zajedno daju 1328 [MW].

Lako je izračunati da proizvodni kapaciteti hidroelektrana u Zapadnoj Srbiji čine 42% ukupnih proizvodnih kapaciteta hidroelektrana u Srbiji. Što je pokazatelj ogromnog hidropotencijala ove regije.

Planirano je da JP Elektroprivreda Srbije na teritoriji Zapadne Srbije započne sa aktivnostima koje će omogućiti realizaciju hidroelektrana na:

- Rzavu (Arilje): moguća instalisana snaga hidroelektane 7 [MW], i moguća godišnja proizvodnja elektrane 22 [GWh];
- Drina: Drina 1, moguća instalisana snaga hidroelektane 82 [MW], moguća godišnja proizvodnja elektrane 339 [GWh], Drina 2, moguća instalisana snaga hidroelektane 82 [MW], moguća godišnja proizvodnja elektrane 337 [GWh], Drina 3, moguća instalisana snaga hidroelektane 82 [MW], moguća godišnja proizvodnja elektrane 319 [GWh].

Hidroelektrane na teritoriji Zapadne Srbije hidroelektrane za koje se pretpostavlja da su same po sebi atraktivne za investitore su:

- Užice, Đetinja, jezero Vruci, moguća instalisana snaga hidroelektane 32 [MW], moguća godišnja proizvodnja hidroelektrane 46 [GWh],
- Priboj, moguća instalisana snaga hidroelektane 10 [MW], moguća godišnja proizvodnja hidroelektrane 56 [GWh],
- Veliki Rzav: Orlovača, moguća instalisana snaga hidroelektane 12 [MW], moguća godišnja proizvodnja hidroelektrane 18 [GWh], i Roge moguća instalisana snaga hidroelektane 26 [MW], moguća godišnja proizvodnja hidroelektrane 36 [GWh],
- Lim: Prijepolje, moguća instalisana snaga hidroelektane 22 [MW], moguća godišnja proizvodnja hidroelektrane 85 [GWh], hidroelektrana "Brodarevo 1" (uzvodno od naselja Brodarevo), i „Brodarevo 2“ (nizvodno od naselja Brodarevo).

Još jedan pokazatelj velikog hidropotencijala zapadnog dela Srbije može se videti i u „Katastru malih hidroelektrana u Srbiji van pokrajna“, koji je izrađen 1987. godine.

Prikaz tabela iz datog katastra dat je u radu. Ukupne instalisane snage iz tabele se kreću od 120 [kW] pa sve do 3,5 [MW], zavisno od lokacije. Tipovi turbina su Francis-ova, i Pelton-ova, a broj mogućih ugrađenih turbina je pretežno dve. Moguće godišnje proizvodnje malih hidroelektrana se kreću od 450 [kWh] pa sve do 10 000 [kWh], opet zavisno od lokacije.

3. SISTEMI SKLADIŠTENJA ENERGIJE U ZAPADNOJ SRBIJI

Kada je reč o skladištenju energije u zapadnom delu Srbije do sada postoji samo jedan izgrađen sistem, reverzibilna hidroelektrana Bajna Bašta.

Reverzibilna hidroelektrana Bajina Bašta je po mnogo čemu jedinstvena na celom svetu, na primer, ima najveću akumulaciju od oko 150 miliona [m³] vode na Tari a ima i jedan od najvećih neto padova vode u svetu od 610 [m]. Ukupna instalisana snaga hidroelektrane iznosi 594

[MW], prosečne godišnje proizvodnje od 800 [GWh], i maksimalnog energetskog sadržaja od 190 [GWh].

U planu je reverzibilna hidroelektrana Bistrica na reci Lim (Nova Varoš), moguća instalisana snaga hidroelektane 680 [MW] (4x170 [MW], pri čemu bi dva agregata bila sa promenljivom snagom, a dva sa fiksnom).

4. ZAKLJUČAK

Povećanje korišćenja obnovljivih izvora energije u svim oblicima života i privređivanja, i efikasno iskorišćenje energije nezaobilazni su faktori aktuelnog razvoja energetskog sektora.

Tako je i u oblasti proizvodnje električne energije definisan globalni cilj da se što je moguće više poveća udeo proizvodnje iz elektrana koje koriste obnovljive izvore energije.

Trenutni udeo energije iz obnovljivih izvora u Srbiji je oko 6% (uključujući velike hidroelektrane). Da bi ostvarila svoje ciljeve u sektoru električne energije Srbija će do 2020. godine da instalira dodatnih 1092 [MW], od čega prednjači novih 500 [MW] instalisane snage vetroelektrana, a slede male hidroelektrane (do 10 [MW]), i hidroelektrane preko 10 [MW], novog predviđenog kapaciteta.

U Srbiji je korišćenje obnovljivih izvora tema koja je u razvoju, ali daleko od neophodno potrebnog tempa i intenziteta praćenja i razvoja. Iz predhodnog izlaganja se jasno može videti da Zapadna Srbija raspolaže ogromnim energetskim potencijalom obnovljivih izvora.

Dakle, potencijal postoji, međutim trenutno stanje je takvo da ne dozvoljava potrebna ulaganja u ovom sektoru. Ostaje nada da će se i to uskoro promeniti.

5. LITERATURA

[1] „Obnovljivi izvori električne energije“, Vladimir Katić, Izudin Kapetanović, Vangel Fuštić, Novi Sad, jun 2007.

[2] „Obnovljivi izvori energije i energetska efikasnost“, mr. Božo Ilić, prof. dr Živoslav Adamović, mr Zoran Kenjić, mr Rodoljub Blaženović, Srpski Akademski Centar, Novi Sad, 2013.

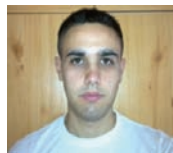
[3] www.dlhe.rs/cirilica

[4] „Studija energetskog potencijala Srbije za korišćenje sunčevog zračenja i energije vetra NPPE, Evidencioni br. EE704-1052A“, Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine, Beograd, 2004.

[5] „Mogućnost korišćenja energije vetra za proizvodnju električne energije“, Elektroprivreda Srbije, TEKON, RHMZ Srbije, 2002.

[6] „Katastar malih hidroelektrana u Srbiji van pokrajna“, Energoprojekt, Beograd 1987.

Kratka biografija:



Branko Ostojić, rođen je u Užicu 07.05.1989.god. Master rad odbranio je 2014.godine na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehike i računarstva – Obnovljivi izvori energije

**REALIZACIJA MODBUS PROTOKOLA U LABVIEW PROGRAMU
REALIZATION OF MODBUS PROTOCOL IN LABVIEW PROGRAM**Nikola Filipović, Josif Tomić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – *Savremena industrija ne može se više zamisliti bez primene informacionih tehnologija i složenih mrežnih sistema. Industrijski procesi postaju sve složeniji i zahtevaju integraciju i sinhronizaciju velikog broja najrazličitijih mernih senzora, PLC uređaja, mikroprocesora, aktuatora, IO uređaja, motora i druge opreme. Umrežavanje ove opreme odvija se na više hijerarhijskih nivoa i obično najniži nivo ima zahteve za radom u realnom vremenu dok viši nivoi nisu toliko vremenski kritični i u poslednje vreme oslanjaju se na Internet protokole. U ovom radu prikazano je jedno rešenje upravljanja pomoću Modbus protokola koje se bazira na LabVIEW programu.*

Abstrakt – *Modern industry can't longer be imagined without the application of information technology and complex network systems. Industrial processes become more complex and require the integration and synchronization of a large number of different measurement sensors, PLCs, microprocessors, actuators, IO devices, motors and other equipment. Networking of this equipment is carried out in several hierarchical levels and usually has the lowest level of the requirements for operation in real time while the higher levels aren't as time-critical and lately rely on Internet protocols. One solution management using Modbus protocol that is based on LabVIEW program is presented in this paper.*

Ključne reči: SCADA, Modbus, LabVIEW, virtualna instrumentacija.

1. UVOD

Trenutno u industrijskim pogonima širom sveta implementirano je više desetina različitih industrijskih mreža i protokola [1-5] koji služe za automatizaciju proizvodnje. Takođe, broj instalisanih uređaja koji su na ovaj način umreženi meri se desetinama miliona primeraka. Kada se znaju svi ovi podaci onda je potpuno jasno da se radi o veoma kompleksnom i složenom problemu koji inženjerima i stručnjacima koji se bave automatizacijom proizvodnje može da predstavlja značajan problem.

LabVIEW Datalogging and Supervisory Control (DSC) softverski modul je dodatak za LabVIEW koji sadrži alate koji pomažu u praćenju rada distribuiranih sistema i koristi se za veće kontrolne aplikacije i industrijsku automatizaciju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Josif Tomić, vanr. prof.

Ovaj modul je posebno dizajniran za praćenje velikog broja ulaza i izlaza, komunikaciju sa industrijskim kontrolerima i mrežama, kao i za prikupljanje podataka sa velikog broja mernih mesta. Ovaj program se izvršava na PC računaru pod Windows operativnim sistemom. Sa ovim dodatkom omogućeno je praćenja mernih podataka, njihovog skladištenja a takođe i složeno upravljanja procesima.

LabVIEW program sa DSC modulom u značajnoj meri pojednostavljuje realizaciju SCADA sistema zahvaljujući izuzetnoj fleksibilnosti i velikom broju već napisanih potprograma za veliki broj industrijskih mreža i protokola. DSC modul omogućava jednostavno povezivanje sa PLC uređajima različitih proizvođača, direktan pristup memorijskim lokacijama i ulazno/izlaznom jedinicama.

LabVIEW softverski paket firme National Instruments [6] je industrijski standardno grafičko razvojno okruženje koje omogućava razvoj kompletne aplikacije uključujući akviziciju, analizu i prezentaciju podataka. Osnovni razvojni blok LabVIEW aplikacije je virtualni instrument, koji se sastoji iz prednjeg panela i blok dijagrama. LabVIEW se koristi u raznim oblastima, kao što su: automatizacija, telekomunikacije, bežične komunikacije, industrija poluprovodnika, elektronski dizajn i proizvodnja, kontrola procesa, biomedicina, itd. Idealan je za aplikacije koje zahtevaju determinističku kontrolu, praćenje i nadzor mašina, analizu vibracija, akviziciju i procesiranje slike i kontrolu kretanja. Sa preko 5.000 drajvera za razne instrumente i podrškom za standardne komunikacione interfejsne, LabVIEW je vodeći softver u industriji po pitanju kontrole instrumenata. Koristeći ugrađene alate i ogromnu biblioteku već definisanih objekata i funkcija drastično se smanjuje vreme izrade aplikacije. Funkcionalnost LabVIEW-a se proširuje sa dodatnim modulima i alatima kroz novi set virtualnih instrumenata koji daju mogućnost povezivanja sa bazama podataka, naprednim mernim analizama, generisanjem izveštaja, itd. Dodatni moduli nude veliko unapređenje sa moćnim alatima za napredne aplikacije, kao što su real-time operacije, FPGA programiranje, rad sa PDA uređajima. Glavna razlika u odnosu na ostale programske pakete je u tome što se programiranje u LabVIEW programu odvija povezivanjem ikona, a ne pisanjem tekstualnih komandi i izvršavanje programa nije vezano za tok koda (codeflow), već za tok podataka (dataflow).

2. MODBUS PROTOKOL

Iako je Modbus relativno spor u poređenju sa drugim protokolima, ima prednost jer je široko prihvaćen među proizvođačima instrumenata i korisnicima. Oko 20 do 30

proizvođača proizvodi opremu sa Modbus protokolom za rad mnogih industrijskih sistema.

Može se smatrati „de facto“ industrijskim standardom sa dokazanim sposobnostima. Nedavno istraživanje u poznatom američkom časopisu „American Control Engineering“ pokazalo je da preko 40% industrijskih aplikacija koristi Modbus protokol za povezivanje uređaja. Pored standardnog Modbus protokola, tu je još jedan napredni Modbus protokol, pod nazivom „Modbus Plus“. Modbus-u se pristupa po principu master-slave protokola koji predviđa jedan master i do 247 slave-ova. Samo master inicira izvršenje. Prenosi su ili tipa pitanje-odgovor, gde se obraćamo samo jednom slave-u, ili slanje bez odgovora, gde su svi slave-ovi uključeni. Prenos obuhvata jedno pitanje i jedan odgovor sa jednim emitovanim odzivom. Određene karakteristike Modbus protokola su fiksne, kao što su okvirni format, sekvence, rukovanje greškama komunikacije i uslovne funkcije.

Protokol definiše okvir poruke kao i skup funkcijskih kodova koje te poruke mogu prenositi. Protokol ne definiše fizički nivo prenosa, ali uglavnom se koriste serijske RS232 i RS485 veze. Diferencijalni prenos RS485 uvećava daljinu prenosa na 1200 metara i omogućava spajanje većeg broja uređaja na jednu magistralu. Moderna verzija Modbus/TCP protokola podržava i Ethernet i Internet okruženje. Koriste se tri tipa Modbus prenosa: ASCII prenos, gde su poruke sastavljene od ASCII karaktera, RTU prenos, gde su poruke sastoje se od binarnih bajtova i Modbus/TCP gde se poruke ugrađuju u standardni okvir TCP/IP poruka. Modbus ASCII i RTU prenos se koriste na RS232 i RS485 mrežama dok Modbus/TCP protokol operiše na svim fizičkim nivoima koje podržava TCP/IP protokol kao što su 10BASE-T i 100BASE-T LAN. Modbus gateway uređaji omogućavaju konverziju Modbus RTU ili ASCII poruka u MODBUS TCP i obrnuto. Modbus TCP/IP uzima Modbus poruku i okružuje je sa TCP/IP okvirom (zaglavlje i kraj) i tako omogućava prolazak poruke do željene destinacije kroz Internet.

3. LabVIEW DSC MODUL

DSC modul [7] omogućava kreiranje klijenata i servera radi realizacije složenih SCADA sistema kao i umrežavanje i povezivanje radi razmene podataka sa uređajima različitih proizvođača. DSC je kreiran kao arhitektura upravljanja vođena događajima (event driven) i omogućava praćenje stanja promenljivih, njihovo arhiviranje i prikaz u realnom vremenu. Prikaz podataka može biti veoma kvalitetno urađen zahvaljujući velikoj biblioteci već gotovih funkcija koje omogućavaju uspešnu MMI (Man Machine Interfaces) komunikaciju. Takođe, DSC modul omogućava praćenje alarma i događaja u sistemu i daje obaveštenje o njima, a takođe vrši i njihovu obradu. DSC modul omogućava efikasno praćenje i arhiviranje mernih podataka u neku od standardnih baza podataka, kao što su: MySQL, MSDE i Citadel.

DSC modul takođe omogućava rad sa mnogim drugim proizvođačima PLC uređaja i procesne opreme, korišćenje OPC-a (Object Linking and Embedding for Process Control) servera, koji predstavlja standard za komunikaciju između uređaja različitih proizvođača. OPC serveri različitih proizvođača mogu se instalirati na industrijskom

PC računaru, a LabVIEW sa njima komunicira preko svog OPC klijenta. Upotrebom OPC servera podržani su i svi industrijski protokoli za komunikaciju vodećih svetskih kompanija, kao što su: Advantech, Allen Bradley, Applicom, DeviceNet, Siemens, Profi Bus, Koyo, Mitsubishi, Modbus, Omron i drugi. U ovom radu je prikazano kako da se kreira LabVIEW projekat i projektna biblioteka aplikacije DSC modula. Projekat omogućava upravljanje zajedničkim promenljivim, projektnim bibliotekama i VI u jednom prozoru. LabVIEW projektna biblioteka ima kolekciju potprograma, definisane tipove, zajedničke promenljive, palete funkcija i druge fajlove, uključujući i druge projektne biblioteke.

4. LABVIEW ZAJEDNIČKE PROMENLJIVE

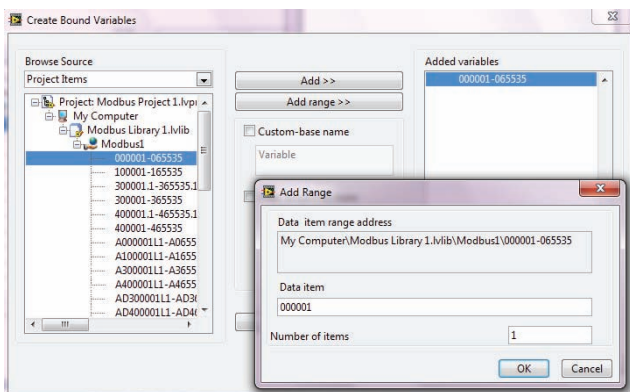
LabVIEW programski paket nudi jedan novi programski alat pod nazivom DSC (Datalogging and Supervisory Control) koji pokušava da sve ove probleme kod realizacije složenih SCADA sistema svede na nešto jednostavniji nivo. Sistem se zasniva na uvodjenju novih funkcija a to su tzv. deljive promenljive (shared variable) koje, kao što im i samo ime kaže, mogu da se dele između različitih procesa, uređaja a i preko Interneta [8]. U principu LabVIEW razlikuje tri vrste ovih promenljivih: Single-Process, koje su deljive u okviru lokalne mašine, Network-Published, koje su deljive preko Interneta i Time-Triggered, koje su deljive preko Ethernet-a u realnom vremenu. Ove poslednje zahtevaju podizanje posebnih servera koji su u mogućnosti da obrađuju poruke u realnom vremenu. Sve deljive promenljive kreiraju se preko Project Explorer-a u LabVIEW programu i čuvaju se u posebnim datotekama koje su deo definisanog projekta. Ove promenljive zahtevaju i posebne API (Application Programming Interface) biblioteke funkcija i programa koje se zovu SVE (Shared Variable Engine) i koje u stvari predstavljaju nezavisne programe koji se odvijaju na serverskim i klijent računarima, PLC-ovima i ostalim udaljenim uređajima. Ovi programi se brinu da kada se dogodi promena deljene promenljive, da se ta nova vrednost dostavi do svih programa koji je zatim prosledjuje svim klijentima.

5. REALIZACIJA MODBUS PROTOKOLA U LABVIEW PROGRAMU

Modbus API biblioteka potprograma kao i ugrađeni Modbus I/O server u DSC LabVIEW modulu omogućavaju jednostavnu upotrebu Modbus serijskog ili Modbus/TCP protokola na RS232-485 ili Ethernet prenosu podataka [9].

Realizacija jednog procesa za automatizaciju u LabVIEW programu započinje kreiranjem projektne biblioteke (Projects Libraries) u kojoj će se nalaziti sve informacije o svim podacima (deljivim promenljivim), IO servisima i IO serverima. Izbor servera zavisi od uređaja sa kojima se upravlja, a najčešće su to Modbus (serijski ili TCP/IP) i OPC IO serveri. Adrese lokalnih IO jedinica u PLC uređajima su u potpunosti zadržane ukoliko se koristi Modbus servis. Dalji rad na kreiranju aplikacije zavisi od izbora servera, uređaja sa kojima se upravlja i od same aplikacije ali ovaj rad je značajno pojednostavljen interaktivnom komunikacijom između korisnika i poruka

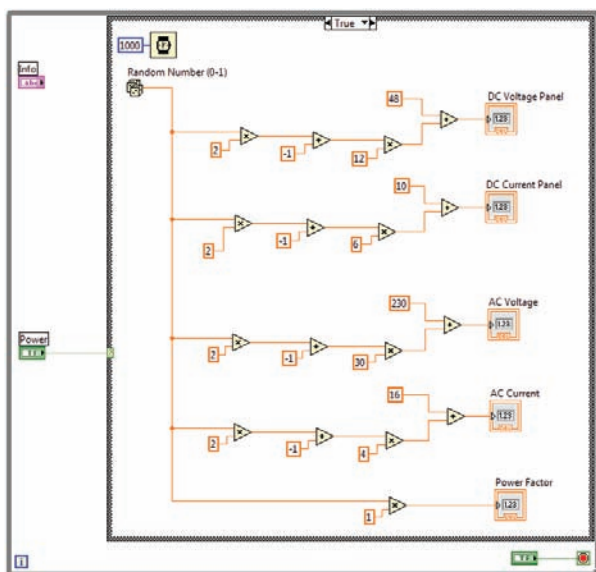
koje mu šalje LabVIEW DSC modul. Nakon kreiranja Modbus Ethernet servera potrebno je izabrati adrese IO uređaja sa kojima će se raditi. Definisani funkcijski kodovi fokusiraju se na 4 tipa promenljivih sa kojima rade i to su: releji, diskretni ulazi, samodržeći registri i ulazni registri. Releja i diskretnih ulaza može biti do 65536 i oni su predstavljeni bulovim vrednostima (true-false). Master uređaj ima potpuni upis-čitanje pristup relejima ali diskretne ulaze može samo čitati. Samodržećih i ulaznih registara može takođe biti do 65536 i oni su predstavljeni svojim 16-bitnim vrednostima. Master uređaj ima potpuni upis-čitanje pristup samodržećim registrima, ali ulazne registre može samo čitati. Na Slici 1. prikazan je izbor adresa izlaznog uređaja sa kojima će se raditi preko Modbus protokola. Ovim IO adresama moguće je pristupiti preko LabVIEW deljenih promenljivih, koje omogućavaju potpuni upis-čitanje pristup.



Slika 1. Izbor adresa IO uređaja

6. REALIZACIJA KORISNIČKE APLIKACIJE

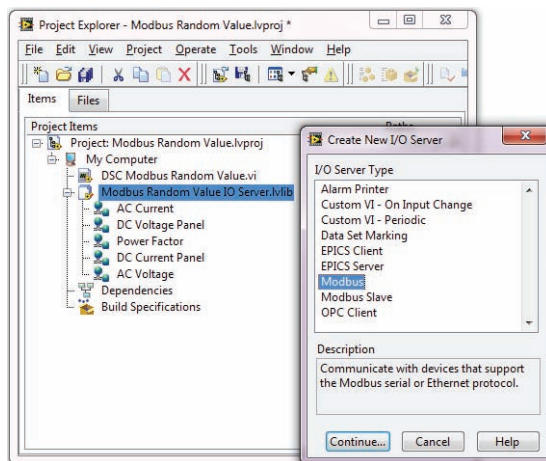
U ovom primeru biće prikazana realizacija SCADA sistema koji se koristi u elektroenergetskom sistemu. Umesto realnih vrednosti sa merno-akvizicionih kartica uzete su slučajne vrednosti koje su odgovarale vrednostima u stvarnoj energetske mreži, solarnom panelu. Simulirane su vrednosti struja i napona koji se javljaju kod solarnih panela. Blok dijagram ove aplikacije dat je na Slici 2.



Slika 2. Blok dijagram merne aplikacije

I/O server je aplikacija koja komunicira i upravlja i sa ulazno/izlaznim uređajima kao što su PLC uređaji, daljinski ulazno-izlazni uređaji i daljinske zajedničke promenljive dobijene sa mernih kartica. Ovi I/O serveri čitaju označene ulazne promenljive i pišu im zahteve. DSC modul može povezati bilo koji OPC I/O server i mnogo različitih uređaja [10]. U ovom primeru kreira se periodični I/O server, koji komunicira preko PSP (Publish Subscribe Protocol) protokola sa deljivim podacima u mreži. U ovom projektu se dodaju mrežne promenljive koje predstavljaju podatke u periodični I/O server. Na ovaj način se kreira projektna biblioteka pod nazivom Random Value.lvproj.

Deljene promenljive prenose podatke između funkcija i aplikacija na lokalnoj mašini ali i na mreži. DSC modul proširuje servise nad podacima dodajući im mogućnost konfigurisanja, logovanja, alarmiranja, skaliranja i praćenja. Sve deljive promenljive moraju se nalaziti u bibliotekama koje su posebno otvorene samo za njih, u okviru jednog projekta. Da bi bile vidljive moraju se aktivirati preko SVE (Shared Variable Service) servisa. Na ovaj način postaju vidljive na Ethernetu preko Modbus IO servera. Sve promene ovih promenljivih, na bilo kojem IO uređaju, automatski se registruju i nove vrednosti se dostavljaju svim predefinisanim korisnicima, koji su zakačeni na taj server. Na Slici 3. prikazana je ova projektna biblioteka sa svim promenljivim.



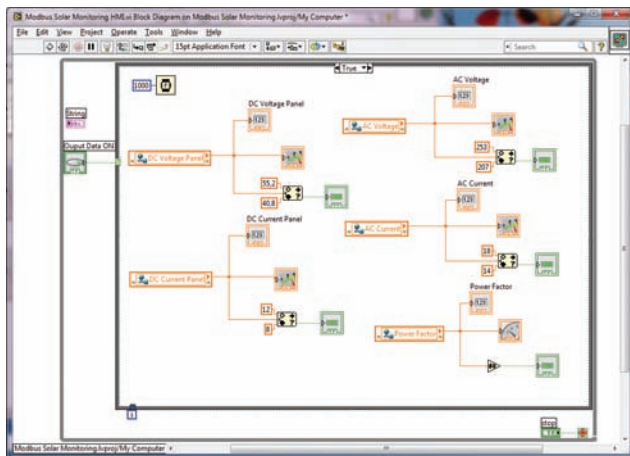
Slika 3. DSC projektna biblioteka

Za svaku promenljivu moguće je definisati alarmno stanje. Alarm se događa ako vrednost promenljive izađe izvan definisanih okvira. Na Slici 4. Prikazano je definisanje alarmnih vrednosti za svaku promenljivu. U ovom projektu definišu se sve alarmne vrednosti za svaku zajedničku promenljivu.

Alarming Name	Alarming Limit	Alarming Deadband	Alarming Priority	Alarming Ack Type	Alarming Area	Alarming Descriptor	Alarming Log	Alarming Enable	Alarming Name	Alarming Limit	Alarming Deadband
AC Current	HE 18	0.01	1	Auto			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LO 14	0.01	
DC Voltage Panel	HE 55.2	0.01	1	Auto			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LO 48.8	0.01	
Power Factor	HE 1	0.01	1	Auto			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LO 0.1	0.01	
DC Current Panel	HE 14	0.01	1	Auto			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LO 10	0.01	
AC Voltage	HE 253	0.1	1	Auto			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LO 207	0.1	

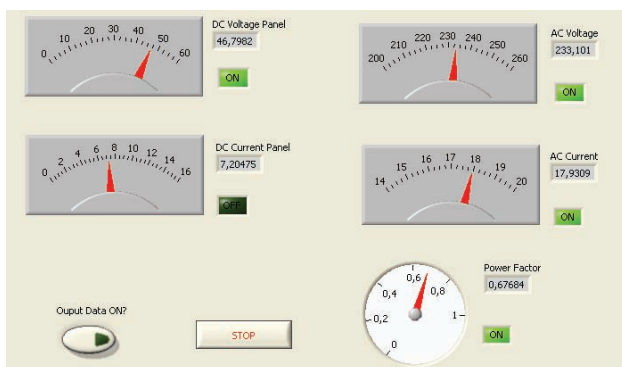
Slika 4. Definisanje alarmnih vrednosti

Korisnička veza sa mašinom (Human Machine Interface) predstavlja podsistem izuzetno važan za realizaciju SCADA sistema. Njegova uloga je da obezbedi efikasnu i razumljivu komunikaciju izmedju sistema i korisnika-operatora. Nemoguće je ostvariti uspešnu kontrolu i upravljanje nekim sistemom, bez prethodno obezbedjene efikasne komunikacije tog sistema sa korisnikom. Štaviše, korisnici cene i vrednuju celokupni SCADA sistem u najvećem stepenu na osnovu ovog njegovog HMI podsistema, za spregu izmedju sistema i korisnika. To je sigurno dovoljan razlog da se posveti posebna pažnja razvoju i realizaciji podsistema HMI u okviru SCADA projekta. HMI interfejs najčešće obuhvata sledeće aktivnosti: dinamičko grafičko prezentiranje podataka, liste događaja, liste alarma, liste arhiviranih podataka, liste hronoloških zapisa događaja, trend dijagrame, redovne pogonske izveštaje, zvučnu i svetlosnu signalizaciju i stanje merne i komunikacione opreme. Na Slici 5. Prikazan je izgled blok dijagrama HMI programa realizovanog u LabVIEW programu.



Slika 5. HMI blok dijagram

Na Slici 6. prikazan je izgled front panela HMI programa koji služi za komunikaciju korisnika sa sistemom. Sa front panela HMI programa moguće je pratiti u realnom vremenu sve parametre stanja sistema.



Slika 6. HMI front panel

U slučaju merenja stvarnih vrednosti napona i struja solarnog panela, baterija, potorošača, energije solarnog zračenja, temperature ambijenta i panela, može se koristiti oprema firme National Instruments. NI 9227 je strujni ulazni modul namenjen merenju struje do 5 A efektivne vrednosti. Posедуje 4 analogna ulaza. Brzina AD konverzije iznosi 50 kS/s a rezolucija je 24 bita. NI 9229

je 4-kanalni, 24-bitni analogni ulazni modul, namenjen merenju napona do 60V. Predviđen je za korišćenje u bilo kom NI CompactDAQ ili CompactRIO uređaju. NI 9229 je dizajniran da bude velike brzine i tačnosti, efikasan, analogni modul opšte namene. NI 9225 je modul sa 3 analogna ulaza, dizajniran za merenje talasnog oblika signala visokog napona do 300V. Ovaj modul je izuzetno pogodan za merenja u trofaznim sistemima. Poseduje 24-bitne AD konvertore brzine 50 kS/s. Predviđen je merenju talasnih oblika napona i može biti iskorišćen za merenje kvaliteta električne energije, kao što su propadi, nadvišenja i tranzijenti. Ukoliko je potrebno meriti temperaturu na raspolaganju je NI 9211 modul koji poseduje 4 priključka za termoparove. AD konvertori su 24-bitni, brzine 14S/s.

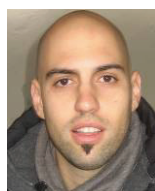
6. ZAKLJUČAK

Bilo da komunicira sa uređajima kao što su merni instrumenti, PLC uređaji, inteligentni senzori i drugi kontroleri, LabVIEW nudi veliki broj alata i funkcija neophodnih da zadovolje komunikacione potrebe u procesnoj automatizaciji. Moguće je umrežavanje preko svih najmodernijih standardnih interfejsa i protokola kao što su: RS232, RS485, ProfiBus, FieldBus, Ethernet, TCP/IP, Modbus, IrDA, Bluetooth, HTTP, UDP, SMTP, FTP i drugi. U ovom radu prikazana je komunikacija preko Modbus protokola i realizovana je jedna mala SCADA za praćenje stanja elektroenergetskog pogona.

7. LITERATURA

- [1] D. Reynders, S. Mackay, E. Wright: „Practical Industrial Data Communications“, Elsevir, 2005.
- [2] Rockwell Automation, DeviceNet network, [Online]: <http://ab.rockwellautomation.com/networks-and-communications/devicenet-network>.
- [3] ProfiBus, [Online]: <http://www.profibus.com/>
- [4] Modbus, [Online]: <http://www.modbus.org/>
- [5] G. Held: „Ethernet Networks: Design, Implementation, Operation, Management“, John Wiley & Sons, 2003.
- [6] Josif Tomić, Milan Milovanović, „Virtualna instrumentacija primenom LabVIEW programa“, FTN-Grid, Novi Sad, 2010.
- [7] National Instruments, Getting Started with the LabVIEW Datalogging and Supervisory Control Module, [Online]: <http://serbia.ni.com/>
- [8] National Instruments, Using the LabVIEW Shared Variable, [Online]: <http://serbia.ni.com/>
- [9] National Instruments, Introduction to Modbus, [Online]: <http://serbia.ni.com/>
- [10] National Instruments, Connect LabVIEW to Any PLC With Modbus, [Online]: <http://serbia.ni.com/>

Kratka biografija:



Nikola Filipović rođen je u Kraljevu 1987. god. Osnovne akademske – bečelor studije završio je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – na smeru Elektroenergetika 2013. godine.

PROJEKTOVANJE I ANALIZA RADA CMOS SRAM ĆELIJE SA 6 TRANZISTORA I POJAČAVAČEM STANJA U STANDARDNOJ 0.35 μm CMOS TEHNOLOGIJIDESIGN AND ANALYSIS OF CMOS SRAM CELL WITH 6 TRANSISTORS AND SENSE AMPLIFIER IN STANDARD 0.35 μm CMOS TECHNOLOGY

Šarolta Pap, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je prikazano projektovanje CMOS SRAM memorijske ćelije sa 6 tranzistora i pojačavačem stanja. CMOS SRAM kolo se sastoji od 4 NMOS i 2 PMOS tranzistora i koristi se za skladištenje podataka, dok se pojačavač stanja sastoji od 3 NMOS i 2 PMOS tranzistora i koristi se za ubrzanje procesa čitanja iz SRAM memorijske ćelije. Korišćenjem programskog paketa Cadence analiziran je rad ovih kola. Upoređena su vremena čitanja SRAM memorijske ćelije bez i sa pojačavačem stanja, i pokazan je uticaj pojačavača stanja na brzinu procesa čitanja.

Abstract – This paper presents the design of a six-transistor CMOS SRAM cell and sense amplifier. The CMOS SRAM circuit consists of 4 NMOS and 2 PMOS transistors and represents the generic SRAM cell, while the sense amplifier consists of 3 NMOS and 2 PMOS transistors and it is used for reducing the reading time from the CMOS SRAM cell. All the processes in these circuits were analyzed using the Cadence software tools. Access times for reading the CMOS SRAM cell were measured, both with and without the sense amplifier, the results were compared and the influence of the sense amplifier on the access time was shown.

Cljučne reči: Memorija, CMOS SRAM ćelija sa 6 tranzistora, pojačavač stanja, skladištenje podataka.

1. UVOD

RAM memorija (Random Access Memory) je vrsta memorije čijem sadržaju se može pristupiti po slučajnom redosledu. Za razliku od ROM memorija (Read-Only Memory) iz koje se podaci, kodovani u topologiji kola, mogu samo čitati, u RAM memorije podaci se mogu i zapisivati. RAM memorije se u računarima upotrebljavaju prvenstveno za čuvanje podataka koji se aktivno koriste i neprestano menjaju. U zavisnosti od koncepta skladištenja, dele se na statičke (SRAM) i dinamičke (DRAM) memorije [1].

SRAM memorija čuva podatke sve dok ima napona napajanja. Njena prednost je da nije potrebno neprestano osvežavati memoriju, kao kod DRAM memorije. Brzine pristupa i čitanja SRAM memorija su takođe mnogo veće nego kod DRAM čipova. SRAM memorija obično se koristi za cache memorije ili za računare gde je brzina osnovni cilj [2].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Damnjanović, van. prof.

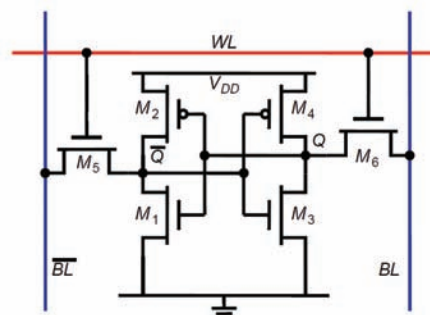
Senzorski pojačavači su aktivna kola koja smanjuju vreme propagacije signala od memorijske ćelije do perifernog logičkog kola i konvertuju logičke nivoe na bit linijama na digitalne logičke nivoe perifernih kola [3].

U ovom radu je prikazana realizacija CMOS SRAM memorija sa šest tranzistora i realizacija pojačavača stanja. Opisan je rad diferencijalnog pojačavača stanja, kao jednog od najboljih predstavnika ove vrste kola. Navedene su osnovne odlike ovih kola, sagledane su i upoređene prednosti i mane korišćenja pojačavača stanja pri operaciji čitanja iz SRAM memorijske ćelije. Projektovane su odgovarajuće šeme i simboli svih logičkih kola korišćenih u izradi ovih memorijskih ćelija u programskom paketu Cadence u standardnoj 0.35 μm CMOS tehnologiji.

U poglavlju 4 prikazane su vremenske analize signala od značaja za operaciju čitanja iz SRAM memorije, bez i sa pojačavačem stanja. Nakon toga, analiziran je uticaj promene kapacitivnosti bit linija na brzinu čitanja memorijske ćelije. Dobijeni rezultati su prodiskutovani u poglavlju 5. Kompletan analiza ilustrovana je slikama simulacija, objašnjenjima, kao i slikama projektovanih memorija.

2. ANALIZA RADA CMOS SRAM MEMORIJA

Generička SRAM ćelija je predstavljena na slici 1. Može se uočiti velika sličnost sa statičkim SR leč kolom. Sastoji se od šest tranzistora po bitu. Pristup sadržaju ćelije je omogućen pomoću adresne linije WL (word line), koja zamenjuje takt i kontroliše dva prolazna tranzistora (pass-transistors) M_5 i M_6 , koja su provodna tokom operacija upisa i čitanja.



Slika 1. CMOS SRAM ćelija sa šest tranzistora [4].

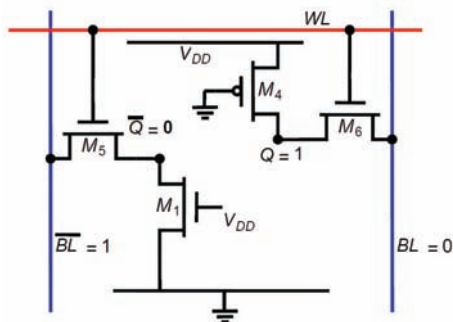
Dve bit linije, BL i \overline{BL} , prenose odgovarajući sadržaj u ćeliju (pri upisu) i iz ćelije (pri čitanju). U ćeliji se pamti i prava i komplementarna vrednost informacije Q (mada to zapravo nije neophodno), u dva unakrsno spregnuta invertora, što je dobro za eliminaciju šuma. Da bi se postigla

velika gustina pakovanja memorije, SRAM ćelija bi trebao da bude što je moguće manje veličine (tj. da zauzima što manju površinu). Međutim, smanjivanje veličine ćelije je limitirano obezbeđivanjem pouzdanog rada.

Da bi se ova ograničenja u dimenzionisanju tranzistora detaljnije analizirala, posmatraćemo operacije čitanja i upisa.

2.1. Operacija čitanja CMOS SRAM ćelije

Pretpostavimo da je u ćeliji memorisana $Q = 1$, i da je na obe bit linije doveden napon $V_{DD} = 2.5$ V, pre nego što je operacija čitanja pokrenuta. Ciklus čitanja počinje aktiviranjem WL linije ($WL=1$) i uključivanjem oba prolazna tranzistora M_5 i M_6 . Tokom ispravne operacije čitanja, vrednosti upisane u Q i \bar{Q} prenose se na bit linije, BL i \bar{BL} , ostavljajući BL na svojoj početnoj vrednosti, dok napon na \bar{BL} liniji opada ka nuli usled pražnjenja kapacitivnosti \bar{BL} preko tranzistora M_1 - M_5 . Da bi se izbeglo slučajno upisivanje 1 u ćeliju (*read upset*), neophodno je pažljivo dimenzionisanje tranzistora. Posmatrajmo levu granu ćelije (\bar{BL} liniju) prikazanu na slici 2. Kapacitivnost bit linije C_{BL} za veće memorije je reda pF. Zbog toga, vrednost napona na \bar{BL} liniji neće trenutno opasti u skladu sa uskladištenom informacijom ($Q=1$), već zadržava početnu vrednost V_{DD} nakon dozvole operacije čitanja (nakon promene $WL 0 \rightarrow 1$).



Slika 2. Pojednostavljen model CMOS SRAM ćelije tokom operacije čitanja [4].

Preko redne veze dva NMOS tranzistora M_5 - M_1 prazni se parazitna kapacitivnost \bar{BL} linije ka nuli. Da bi se postigle što manje dimenzije CMOS SRAM ćelije, ovi tranzistori bi trebali da budu minimalnih mogućih dimenzija. S druge strane, to bi rezultovalo veoma sporim pražnjenjem velike kapacitivnosti bit linije.

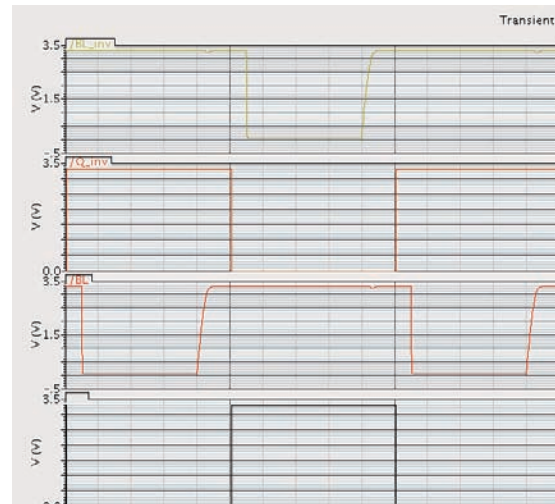
Na početku, nakon porasta napona na WL , potencijal u tački između dva NMOS tranzistora M_5 i M_1 , \bar{Q} , raste ka početnoj vrednosti na koju je napunjena \bar{BL} linija. Ovaj porast napona u \bar{Q} mora biti dovoljno mali da ne bi izazvao (stvorio) značajnu struju kroz inverter M_3 - M_4 , što u najgorem slučaju može poremetiti rad ćelije. Kako bi se to sprečilo, neophodno je da otpornost tranzistora M_5 bude veća od otpornosti tranzistora M_1 .

Na slici 3 su signali dobijeni pri kapacitivnosti bit linija $C_{BL}=1$ pF. Ovaj slučaj se u praktičnoj primeni ne može očekivati, zbog toga što memorije imaju znatno veći kapacitet a time i veći C_{BL} .

Za velike nizove memorija, poželjno je da veličina ćelija bude minimalna, uz očuvanje pouzdanosti čitanja. Ako

bi tranzistor M_1 bio minimalnih dimenzija, tada bi bilo potrebno projektovati kanal tranzistora M_5 veće dužine, da bi M_5 imao veću otpornost od M_1 . Međutim, time bi se dodatno opteretila bit linija i vreme čitanja bi bilo produženo, što je nepoželjno.

Odgovarajuće rešenje ovog problema je minimiziranje dimenzija prolaznih tranzistora M_5 i M_6 , i povećanje širine NMOS *pull-down* tranzistora M_1 i M_3 . Ovo blago povećava minimalne dimenzije ćelije. Zato dizajner mora pažljivo izvršiti simulacije da bi garantovao stabilnost rada ćelije [1].

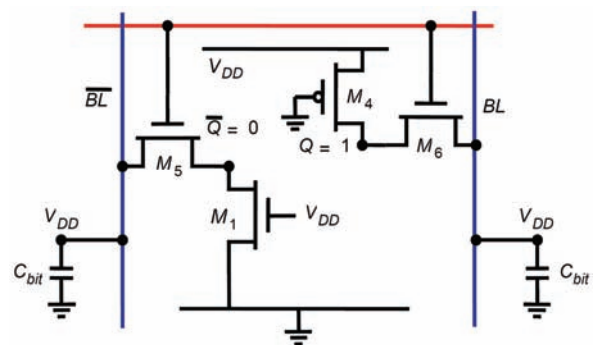


Slika 3. Vremenski dijagrami signala BL_inv , Q_inv , BL i Q , pri operaciji čitanja iz SRAM ćelije, sa kapacitivnošću bit linija $C_{BL}=1$ pF

2.3. Operacija upisa CMOS SRAM ćelije

Pretpostavimo da je u ćeliji potrebno upisati stanje 0, i da je u ćeliji prethodno bila upisana 1 ($Q = 1$). Novo stanje 0 se upisuje u ćeliju postavljanjem $\bar{BL}=1$ i $BL = 0$, što je analogno aktiviranju reseta kod SR leča. Ovo obezbeđuje da flip-flop menja stanje ukoliko je uređaj ispravno dimezionisan.

Tokom započinjanja upisa, električna šema SRAM ćelije se može pojednostaviti, kao što je prikazano na slici 4 (ako je $Q=1$, mosfet M_2 ne vodi, a pošto je $\bar{Q}=0$, ne vodi ni M_3). Ovaj model je dovoljno tačan za približnu analizu, pod pretpostavkom da gejtovi tranzistora M_1 i M_4 ostaju na V_{DD} i masi GND, respektivno, sve dok ne počne promena stanja.



Slika 4. Pojednostavljen model CMOS SRAM ćelije tokom operacije upisivanja [4].

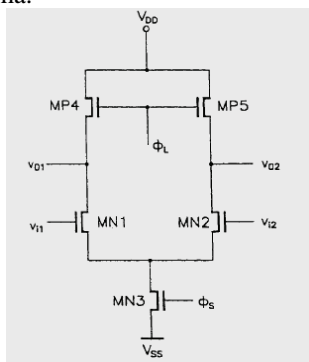
Na osnovu slike slike 4 može se zaključiti da komplementarna (leva) strana ćelije ne može da se napuni dovoljno visoko da obezbedi upis stanja 1. Ograničenja dimenzija, nametnuta od strane čitanja, obezbeđuju da ova vrednost napona bude ispod 0.4 V. Dakle, nova vrednost u ćeliju mora biti upisana preko tranzistora M_6 .

Pouzdanost upisivanja u ćeliju se može obezbediti ukoliko se može postaviti čvor Q dovoljno nisko, tako da bude ispod praga tranzistora M_1 [1].

2.4. Diferencijalni senzorski pojačavač

Jednostavni pojačavač prikazan na slici 5 koristi tranzistor MN_1 i MN_2 kao drajvere za kolo, MN_3 kao izvor a MP_4 i MP_5 kao opterećenja veoma velike otpornosti pri pojačanju malih signala, i kao opterećenja srednje otpornosti pri prekidanju velikih signala.

Na početku procesa pojačanja potrošač je otkaćen, pa kolo obezbeđuje veliko inicijalno pojačanje A_d i mali ofset V_{off} . Pojačanje A_d postaje veće povećanjem otpornosti opterećenja, dok se V_{off} smanjuje zbog toga što je nesimetričnost opterećenja eliminisana korišćenjem tranzistora MP_4 - MP_5 . Tranzistor u sorsu MN_3 se ponaša kao izvor konstantne struje, pa zbog toga povećava faktor potiskivanja srednje vrednosti $CMRR$ tokom rada sa malim signalima.



Slika 5. Diferencijalni pojačavač stanja [1]

Kada je promena izlaznog signala dovoljno velika i može jasno da se razlikuje od šuma, zahtevi za velikim pojačanjem A_d , faktorom $CMRR$ i malim V_{off} postaju nebitni, i potrošački tranzistori MP_4 i MP_5 mogu biti uključeni. Uključeni tranzistori MP_4 i MP_5 brzo uspostavljaju signal velike amplitude pošto im je otpornost između drejna i sorsa mala.

3. SRAM MEMORIJSKE ĆELIJE REALIZOVANE U STANDARDNOJ 0.35 μm CMOS TEHNOLOGIJI

Na slici 6 je prikazana električna šema test kola za čitanje iz CMOS SRAM memorijske ćelije pomoću diferencijalnog senzorskog pojačavača u programskom paketu CADENCE [5], [6]. Kao što se može uočiti, koristi se kolo za čitanje koje se sastoji od 5 PMOS tranzistora sledećih dimenzija: PMOS tranzistori MP_4 i MP_5 koji drže bit linije na V_{DD} moraju biti optimalnih dimenzija kako bi dopustile pražnjenje bit linija do nule, u ovom slučaju, $W/L=3.5\mu\text{m}/0.35\mu\text{m}$. PMOS tranzistori koji vrše punjenje bit linija na V_{DD} su $W/L=200\mu\text{m}/0.35\mu\text{m}$. Dimenzija tranzistora za punjenje bit linija na prednapon (precharge) MP_2 je $W/L=2.5\mu\text{m}/0.35\mu\text{m}$.

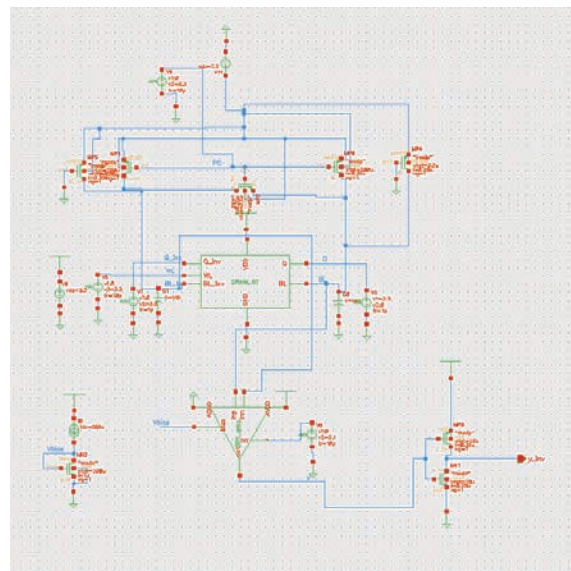
Procedura čitanja je sledeća:

1. Bit linije se napune na V_{DD} aktiviranjem signala, $\overline{PC} = 0$. Istovremeno, PMOS tranzistor EQ su uključuje, i obezbeđuje da su naponi na bit linijama identični. Ova operacija se naziva izjednačavanje (equalization), i obezbeđuje da pojačavač ne mora da značajno menja amplitudu. U praksi, svaki diferencijalni pojačavač u memoriji se izjednačava pre operacije čitanja.

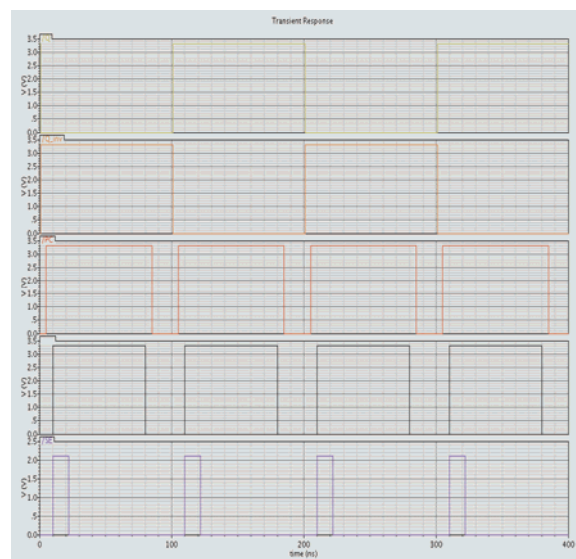
2. Operacija čitanja počinje isključivanjem signala PC i tranzistora EQ i aktiviranjem jedne od linija reči WL . Jedna od BL će biti odvučena na nisku vrednost u zavisnosti od sadržaja memorijske ćelije. Treba primetiti da su paralelno sa tranzistorima za prenapon priključeni uzemljeni PMOS tranzistori, čija je uloga da ograniče promenu napona na bit liniji, da sačuvaju snagu i da ubrzaju sledeći ciklus punjenja BL .

3. Kada se dostigne dovoljna vrednost signala (tipično oko 0.5V), pojačavač stanja se uključuje aktiviranjem signala $SE=1$.

Na slici 7 prikazani su vremenski oblici ovih signala u odnosu na signale Q i Q_{inv} .



Slika 6. Električna šema kola za čitače SRAM memorijske ćelije sa diferencijalnim pojačavačem



Slika 7. Vremenski dijagrami Q , Q_{inv} , PC , WL i SE

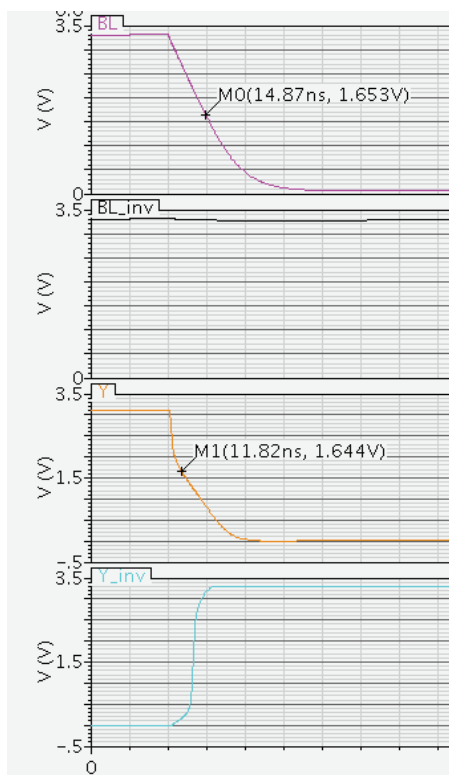
4. DISKUSIJA DOBIJENIH REZULTATA

Simulaciona provera rezultata je potvrdila teorijsku analizu. Analiziran je uticaj promene kapacitivnosti bit linija na brzinu čitanja memorijske ćelije bez i sa diferencijalnim pojačavačem stanja. U tabeli 1 prikazane su dobijene vrednosti odziva pri čitanju podataka iz CMOS SRAM memorijske ćelije.

Tabela 1. Poređenje brzine odziva pri čitanju podataka iz SRAM ćelije, za različite kapacitivnosti na bit linijama

C_{BL}	Bez diferencijalnog pojačavača	Sa diferencijalnim pojačavačem
20 pF	2.38 ns	1.46 ns
30 pF	4.85 ns	1.82 ns
40 pF	6.51 ns	2.31 ns
50 pF	6.47 ns	2.29 ns

Povećanje kapacitivnosti bit linija dovodi do povećanja vremena čitanja. Na slici 8 prikazan je proces čitanja logičke nule iz SRAM memorijske ćelije pri kapacitivnosti bit linija od $C_{BL} = 30$ pF. Bit linije, BL i BL_{inv} , se napune na napon napajanja V_{DD} . Nakon 10 ns aktivira se signal WL i, u zavisnosti od sadržaja memorijske ćelije, napon na jednoj od bit linija pada na nisku vrednost. U ovom slučaju signal BL pada na nisku vrednost.



Slika 8. Vremenski dijagrami signala BL , BL_{inv} , Q , Q_{inv} , Y i Y_{inv} , pri operaciji čitanja iz SRAM ćelije, sa kapacitivnošću bit linija $C_{BL}=30$ pF

Pri tome, signal WL se aktivirao nakon 10 ns, a možemo uočiti da amplituda signala opada na 50% pune vrednosti (puna vrednost signala je $V_{DD} = 3.3V$) nakon 14.87 ns. Znači da je vreme potrebno da signal opadne na polovinu amplitude je:

$$t_R = t_2 - t_1 = 14.82ns - 10ns = 4.87ns \quad (1)$$

Posmatrajmo izlazni signal Y , koji je izlazni signal iz diferencijalnog pojačavača. Na slici se može videti da signal opadne za 50% pune amplitude nakon

$$t_R = t_2 - t_1 = 11.82ns - 10ns = 1.82ns. \quad (2)$$

To je znatno manje vreme nego što je bilo u prethodnom slučaju. Naime, diferencijalni pojačavač za slučaj kapacitivnosti bit linija $C_{BL} = 30$ pF proces čitanja ubrzava za 3.05 ns.

5. ZAKLJUČAK

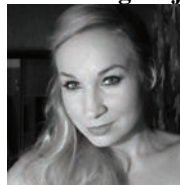
U okviru ovog rada analizirane su SRAM memorijske ćelije u standardnoj 0.35 μm CMOS tehnologiji i pojačavača stanja. Za date dimenzije tranzistora, vreme očitavanja logičke nule na 50% amplitude signala sa bit linijama kapacitivnosti $C_{BL}=30$ pF bez pojačavača stanja iznosi 4.85 ns, dok se ovo vreme znatno smanjuje korišćenjem diferencijalnog pojačavača i ono iznosi 1.82 ns. Takođe je mereno vreme očitavanja logičke nule na bit linijama kapacitivnosti $C_{BL}=50$ pF. Bez pojačavača stanja signal opada na 50% amplitude nakon 6.47 ns, dok korišćenje diferencijalnog pojačavača ovaj proces ubrzava za 4.18 ns i vreme očitavanja logičke nule iznosi svega 2.29 ns.

Simulacije su potvrdile da povećanje kapacitivnosti koje se postavljaju na ulaze (BL i BL_{inv}) i izlaze (Q i Q_{inv}) dovodi do povećanja vremena upisa i čitanja. Pri značajno višim vrednostima ovih kapacitivnosti dolazi do izobličenja posmatranog signala i neophodno je korišćenje pojačavača stanja kako bi se omogućio ispravan rad kola i dovođenje signala bit linija na perifejska kola.

6. LITERATURA

- [1] T. Haraszti: "CMOS Memory Circuits", Kluwer Academic Publishers, New York, 2002.
- [2] R.P. Preston, "Register Files and Caches" in A. Chandrakasan, W.J. Bowhill and F.Fox (eds.), Design of High-Performance Microprocessor Circuits, Piscataway, NJ: IEEE Press, 2001.
- [3] K. Itoh, "VLSI Memory Chip Design", Springer-Verlag, 2001.
- [4] J. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nikolic: "Digital Integrated Circuits, 2nd ed.," Prentice Hall, 2003.
- [5] Antonio J. Lopez Martin, "Tutorial Cadence design environment" New Mexico State University, 2002
- [6] Vasa Radonić, "Projektovanje elektronski kola u Cadence radnom okruženju kroz primere", Univerzitet u Novom Sadu, 2006.

Kratka biografija:



Šarolta Pap rođena je u Senti 1990. godine. Diplomski-master rad je odbranila 2014. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva - Računarsko projektovanje digitalnih integrisanih kola.

ANALIZA ISPLATIVOSTI AUTOMATIZACIJE ELEKTRODISTRIBUTIVNIH MREŽA U USLOVIMA VERTIKALNO-INTEGRISANE I DEREGULISANE ELEKTROPRIVREDE**COST/BENEFIT ANALYSIS OF POWER DISTRIBUTION AUTOMATION IN VERTICALLY-INTEGRATED AND DEREGULATED ELECTRIC COMPANIES**

Juliana Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U cilju sagledavanja ekonomske isplativosti automatizacije elektrodistributivnih mreža, urađena je tehničko-ekonomska analiza u uslovima otvorenog tržišta električne energije, kao i u monopolskim uslovima sa vertikalno-integrisanim energetske kompanijama. Na primeru jedne stvarne elektro-distributivne mreže srednje veličine, ispitani su benefiti primene automatizacije, kao i svi pripadajući troškovi instalacije i korišćenja, koji su analizirani u toku životnog veka. Razvijen je računarski program za proračun karakterističnih ekonomskih parametara za određeni skup ekonomskih i energetskih ulaznih veličina, kao i za analizu osetljivosti rezultata na varijacije ulaznih ekonomskih veličina. U radu su prikazani rezultati proračuna ekonomskih parametara za odabrane ekonomske i energetske veličine, a zatim je prikazana analiza osetljivosti na određene ekonomske veličine. Program se lako može primeniti na različite slučajeve realnih elektrodistribucija variranjem karakterističnih energetskih veličina.

Abstract – The object of this article was profitability of power distribution automation projects using cost-benefit analysis in open market business environment, as well as in monopoly environment with vertically integrated energy companies. On the example of a middle sized real power distribution network, distribution automation benefits, installation and operation costs were evaluated and analysed in the life time of the system. The computer program for the calculation of relevant economic parameters was developed, using specific economic and power input data, and it is used for sensitivity analysis of economic input variation. The calculation results of economic parameters are presented in this article, based on specific economic and power input data. Furthermore, sensitivity analysis of economic inputs is presented. The program can be easily applied on different cases of real power distribution networks by variation of input data.

Ključne reči: Elektrodistribucija, Automatizacija, Tehničko-ekonomska analiza, Analiza osetljivosti

1. UVOD

Preduzeća u oblasti elektroprivrede tradicionalno funkcionišu kao vertikalno-integrisana u monopolski regulisanom tržištu. U poslednje vreme, sve više zemalja otvara i dereguliše tržište električne energije, čime se

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Andrija Sarić, vanr. prof.

uvodi princip konkurencije i nastaje pritisak na smanjenje troškova poslovanja [1].

Razvitak novih tehnologija u oblasti automatizacije mreža doveo je do sve veće primene daljinski kontrolisane opreme u distributivnim mrežama, kao i do razvoja naprednih softverskih rešenja za upravljanje distributivnim mrežama (DMS), koji mogu značajno smanjiti troškove poslovanja zbog čega sve više preduzeća stupa u proces automatizacije (modernizacije) elektrodistributivne mreže.

U referatu su opisani principi automatizacije mreže, analiza troškova i benefita. Za svako preduzeće je od velikog značaja isplativost investiranja, tako da je razvijen program za tehničko-ekonomsku analizu projekata automatizacije mreže. Prikazani su rezultati i osetljivost proračuna ekonomskih parametara za odabrane ekonomske i energetske veličine, a program se lako može primeniti na konkretne mreže variranjem karakterističnih energetskih veličina.

2. POSTUPAK AUTOMATIZACIJE DISTRIBUTIVNE MREŽE

Usled tehničkih i budžetskih ograničenja, potpuna automatizacija elektrodistributivne mreže se retko izvodi, osim u izuzetnim slučajevima (Hong Kong, Singapur). Prilikom ograničene automatizacije mreže potrebno je odrediti optimalnu količinu i lokacije opreme za automatizaciju na terenu, koja će u kombinaciji sa naprednim DMS sistemom dati najveće efekte i biti najisplativija. U tu svrhu se može koristiti DMS funkcija „Automatizacija mreže“ za tehničko-ekonomsku analizu automatizacije [2]. Funkcija na bazi heurističkih pravila određuje moguće kombinacije postavljanja opreme i za svaku proračunava indekse pouzdanosti i ekonomske parametre (isplativost, troškove investiranja, benefit). Optimalno rešenje je ono koje za najniže troškove daje najveće poboljšanje indeksa pouzdanosti mreže.

3. BENEFITI AUTOMATIZACIJE I OPTIMIZACIJE POGONA MREŽE

Benefiti koji mogu da se ostvare automatizacijom i modernizacijom mreže, kombinacijom instalacije DMS softvera i daljinski kontrolisane opreme na terenu, mogu se svrstati u četiri grupe [3]:

- Smanjenje gubitaka aktivne snage (tehničkih i komercijalnih)
- Smanjenje troškova pogona (smanjenje troškova održavanja, trajanja kvarova i ne-isporučene energije)

- Odlaganje novih investicija
- Kvalitetniji bilans snaga i naponske prilike (Volt/Var regulacija) i upravljanje opterećenjem.

U radu je prikazan primer procene benefita, troškova i isplativosti automatizacije na modelu gradske mreže srednje veličine. Za evaluaciju procene benefita svake od četiri kategorije korišćene su DMS funkcije [2]. Najvažniji podaci o analiziranoj mreži su prikazani u *Tabeli 1.*

Tabela 1. Podaci o analiziranoj mreži

Veličina	Vrednost
Broj potrošača	180 000
Broj TS VN/SN	24
Broj TS SN/NN	1168
Broj SN izvoda (10 ili 20 kV)	284
Injektirana energija u mrežu	1243 GWh
Gubici energije	149 GWh
Potrošnja energije	1094 GWh
Cena nabavke električne energije	30 €/MWh
Vrednost godišnje injektirane električne energije (AIEE)	37,303 M€
Cena korišćenja mreže	20 €/MWh
PRA	21,880 M€
Godišnji prihod preduzeća	
Vršna snaga	226 MW

Procene benefita automatizacije mreže izvršene su kroz sledeće korake:

- Simulacijom automatizacije sa DMS funkcijom „Automatizacija mreže“ određena je optimalna količina i lokacije opreme za automatizaciju na terenu.
- Simulacijom rekonfiguracije mreže sa DMS funkcijom „Optimalna rekonfiguracija mreže“ proračunata je optimalna radijalna konfiguracija mreže po kriterijumu smanjenja aktivnih gubitaka snage.
- Simulacijom regulacije napona sa DMS funkcijom „Kontrola napona i reaktivnih snaga“ izvršena je optimizacija naponskih prilika u mreži.
- Simulacijom planerskih aktivnosti sa DMS funkcijama za restauraciju mreže i planiranje, postignuto je efikasnije iskorišćenje kapaciteta i procenjene su mogućnosti odlaganja investicija

Svi benefiti do kojih se dolazi automatizacijom mreže i upotrebom DMS sistema prikazani su u *Tabeli 2.* Bez obzira da li je u pitanju vertikalno-integrisano (monopolsko) ili otvoreno tržište električne energije, benefiti su u smislu apsolutnih veličina isti. Međutim, pošto se poslovni ambijent razlikuje, benefiti se porede sa različitim veličinama i procenti benefita se razlikuju. U slučaju monopolskog tržišta benefiti se porede sa vrednosti godišnje injektirane električne energije u sistem (AIEE), a u slučaju otvorenog tržišta sa godišnjim prihodom od naplate naknade za korišćenje mreže (PRA) [3].

Opseg benefita zavisi od veličine naknade štete (penala) koju elektrodistribucija plaća potrošačima usled ispada u snabdevanju električnom energijom. Minimalni benefit je

u slučaju kada elektrodistribucija ne plaća nikakve penale, a maksimalni benefit kada u potpunosti nadoknađuje nastalu štetu usled neisporučene električne energije. Kumulativni benefiti su zaokruženi na manje vrednosti zbog preklapanja dobiti, jer su neki od navedenih benefita javljaju istovremeno i međusobno su zavisni.

Tabela 2. Rezultati procene pojedinih benefita

Tip benefita	Metoda	Monopolsko tržište (% AIEE)	Otvoreno tržište (% PRA)
Smanjenje gubitaka aktivne snage	Rekonfiguracija mreže	0.3	0.5
Smanjenje troškova pogona	Automatizacija mreže	0.4 – 4.5	0.6 – 7.4
Odlaganje novih investicija	Planerske funkcije	0.75	1.2
Kvalitetniji bilans snaga i naponske prilike	Volt/Var kontrola	1	1
Ukupni benefiti		2 – 7	3 – 10

4. INVESTICIJE U PROJEKAT AUTOMATIZACIJE MREŽE

Na primeru gradske mreže je izvršena evaluacija svih potrebnih ulaganja u projekat automatizacije mreže u skladu sa rezultatima simulacija:

- Napredni SCADA/DMS softver i hardver, instalacija, testiranje i puštanje u rad,
- Troškovi opremanja VN/SN i velikih SN/SN transformatorskih stanica za daljinsko upravljanje (pri čemu se uzima realna pretpostavka da je 80% ovih stanica već automatizovano)
- Troškovi opremanja za daljinsko upravljanje u SN mreži (TS SN/NN ili rastavljači na stubovima), u skladu sa optimalnim lokacijama dobijenim kao rezultat funkcije „Automatizacija mreže”,
- Komunikacioni sistem

Pregled ukupnih investicionih troškova prikazan je u *Tabeli 3.* Ovo su “inicijalni” troškovi koji nastaju u toku implementacije sistema pre puštanja u rad. Investiciona ulaganja u razmatranoj mreži su oko 4 miliona Eur.

Međutim, prilikom analize ukupnih troškova automatizacije mreže treba posmatrati i troškove pogona i održavanja u toku životnog veka sistema (prosečan životni vek je 10 godina), kao i efekat gubljenja vrednosti novca tokom vremena, zbog čega se svi troškovi u analizi isplativosti svode na inicijalnu godinu posmatranja.

Troškovi pogona i održavanja svedeni na inicijalnu godinu su oko 550 000 Eur, tako da su ukupni troškovi automatizacije razmatrane mreže 4,55 miliona Eur. Ukupni troškovi projekta automatizacije prikazani su u *Tabeli 4.*

Tabela 3. Ukupni investicioni troškovi automatizacije

Investicioni troškovi	Jedinična cena (€)	Količina	Ukupna cena (€)
DMS/SCADA	2,5 - 3 (€/potroš.)	180 000	500 000
VN/SN stanice	100 000	1	100 000
SN/SN stanice	50 000	4	200 000
SN mreža	10 000	oko 290*	3 000 000
Telekomunikacije	700 - 1000	290	200 000
Ukupno			4 000 000

* određeno DMS funkcijom Automatizacija mreže

Tabela 4. Pregled ukupnih troškova automatizacije

Vrsta troška	Trošak (€)
Inicijalni investicioni troškovi	4 000 000
Ukupni troškovi održavanja (2% stopa) za sve godine, svedeni na početnu godinu	549 126
Ukupni troškovi svedeni na početnu godinu posmatranja	4 549 126

Nakon što su proračunati ukupni benefiti i troškovi projekta automatizacije mreže izvršena je analiza isplativosti. U svrhu tehničko-ekonomske (cost/benefit) analize razmatrana su sledeća četiri ekonomska faktora:

- **Profitabilnost:** ovaj faktor govori o profitabilnosti projekta, deli ukupne benefite sa ukupnim troškovima svedenim na početnu godinu. Ukoliko je vrednost ovoga faktora veća od 1, projekat je isplativ, odnosno, projekat će vratiti ulaganja onoliko puta kolika je vrednost ovoga faktora.

$$P = \frac{B_{uk,0}}{C_{uk,0}} \quad (1)$$

P – faktor profitabilnosti

$C_{uk,0}$ – Ukupni troškovi svedeni na početnu godinu posmatranja

$B_{uk,0}$ – Ukupni benefiti svedeni na početnu godinu posmatranja

- **Payback (period vraćanja investicija):** ovaj faktor govori za koji vremenski period će projekat postati profitabilan, odnosno u kom trenutku će se vratiti ulaganja, tako da je svaki dalji prihod čist profit. Što je vrednost ovoga faktora manja, to će se projekat pre isplatiti.

$$Payback = \frac{T}{P} \quad (2)$$

- **Prinos na investiciju (ROI – Return on Investment):** ovaj faktor opisuje “prinos” ili dodatnu vrednost koju investicija obezbeđuje, nakon vraćanja uloženi sredstava u posmatranom vremenskom periodu, u ovom slučaju 10 godina:

$$ROI = \frac{B_{uk,0} - C_{uk,0}}{C_{uk,0}} \quad (3)$$

- **Interna stopa uvećanja kapitala (IRR – Internal Rate of Return):** ova stopa pokazuje kolika je stopa uvećanja kapitala i koliko je investicija isplativa u poređenju sa prosečnom stopom troška kapitala. Ovo je stopa sa kojom treba aktualizovati godišnje prinose tokom životnog veka, pri čemu će suma tako aktualizovanih prinosa biti jednaka početnoj investiciji:

$$0 = -I_0 + \sum_{i=1}^{10} \frac{B_{g,i} - C_{od,i}}{(1 + IRR)^i} \quad (4)$$

$B_{g,i}$ – godišnji benefiti u godini “i”

$C_{od,i}$ – godišnji troškovi održavanja u godini “i”

Proračun karakterističnih ekonomskih faktora sproveden je za pet procentualnih vrednosti nadoknade štete potrošačima, što dovodi do različitih benefita, pri čemu je ukupni trošak u svakom slučaju isti. Rezultati proračuna karakterističnih ekonomskih faktora prikazani su u Tabeli 5:

Tabela 5. Ekonomska analiza

Trošak $C_{uk,0}$ (M€)	Benefit $B_{uk,0}$ (M€)	Kompenzacija štete (%)	P	Pay-back	ROI (%)	IRR (%)
4.54	5.12	0	1.1	8.9	13	11
4.54	8.32	25	1.8	5.5	83	25
4.54	11.52	50	2.5	3.9	153	38
4.54	14.72	75	3.2	3.1	224	51
4.54	17.92	100	3.9	2.5	294	63

Za razmatranu mrežu se može zaključiti:

- Svaki od posmatranih slučajeva je profitabilan, a kako raste procenat štete koji se isplaćuje potrošačima, tako raste i profitabilnost.
- Svaki od posmatranih slučajeva će se isplatiti u periodu životnog veka, a kako raste procenat kompenzacije štete, tako opada i broj godina potreban da bi se investicije isplatile.
- Povraćaj investicija (ROI) je atraktivan i raste sa porastom procenta kompenzacije štete,
- Stopa uvećanja kapitala (IRR) je veća od prosečne stope troškova kapitala (7.5% u današnje vreme), tako da su sve investicije atraktivne, naročito sa porastom procenta kompenzacije štete.

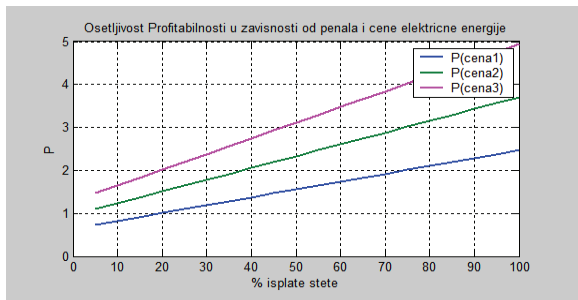
5. PRAKTIČNI PROGRAM ZA TEHNIČKO-EKONOMSKU ANALIZU AUTOMATIZACIJE

U cilju realizacije praktičnog programa za tehničko-ekonomsku analizu, razvijeno je programsko rešenje uz pomoć programskih jezika „C++“, „Fortran 90“ i „Matlab R12“.

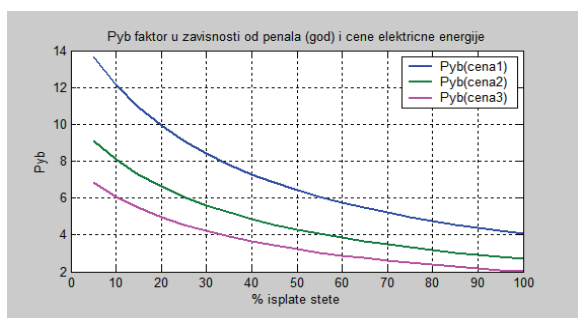
Na osnovu tehničkih parametara mreže, ekonomskih parametara koji opisuju poslovanje preduzeća u kome se vrši analiza, uslova na tržištu i zastupljenosti opreme (cena) određenih proizvođača na terenu, vrši se analiza isplativosti za specifikirani slučaj, kao i analiza osetljivosti parametara na varijacije nadoknade štete potrošačima za neisporučenu energiju, varijacije cene električne energije na tržištu i varijacije cene opreme. Rezultati programa su:

- Prikaz rezultata u formi izveštaja svih ekonomskih parametara (profitabilnost, vreme povratka investicija, ROI, IRR), troškova i benefita projekta. Ovaj se rezultat dobija izvršenjem prvog dela programa u programskom jeziku „C++“;
- Prikaz analize osetljivosti ekonomskih parametara u formi izveštaja, a u zavisnosti od stepena isplate nadoknade štete potrošačima, varijacije cene električne energije na tržištu i izbora proizvođača opreme. Ovaj se rezultat dobija izvršenjem drugog dela programa u programskom jeziku „Fortran 90“;
- Prikaz analize osetljivosti ekonomskih parametara u grafičkoj formi u vidu uporednih dijagrama. Ovaj se rezultat dobija izvršenjem trećeg dela programa u programskom jeziku „Matlab R12“.

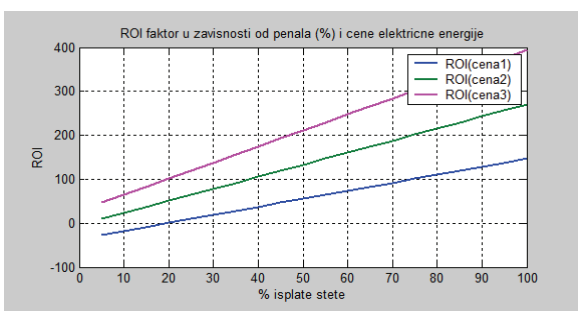
Rezultati proračuna i analize osetljivosti ekonomskih parametara u zavisnosti od stepena nadoknade štete potrošačima (od situacije kada se šteta ne isplaćuje do situacije kada se šteta u potpunosti isplaćuje), varijacije cena električne energije na tržištu (razmatrane su tri vrednosti $cena_1=20$, $cena_2=30$ i $cena_3=40$ Eur/MWh), prikazani su na slikama od 1 do 4.



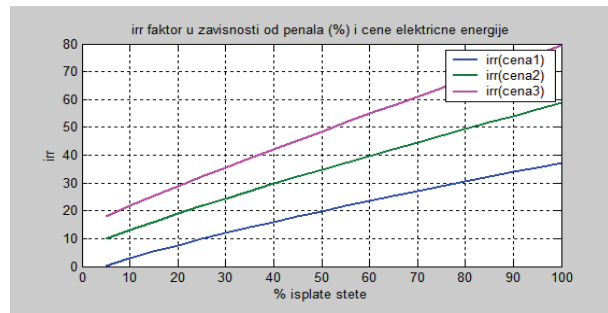
Slika 1. Zavisnosat profitabilnosti od stepena nadoknade štete i nabavne cene električne energije



Slika 2. Zavisnost vremena vraćanja investicija od stepena nadoknade štete i nabavne cene el. energije



Slika 3. Zavisnost ROI faktora od stepena nadoknade štete i nabavne cene el. energije



Slika 4. Zavisnost IRR faktora od stepena nadoknade štete i nabavne cene el. energije

6. ZAKLJUČAK

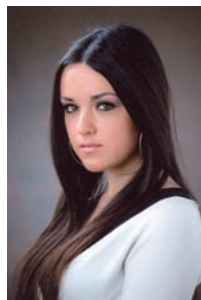
U radu je izvršena tehničko-ekonomska analiza troškova, benefita i isplativosti automatizacije mreže na primeru jedne realne distributivne mreže srednje veličine. Za simulacije je korišćen DMS softverski sistem. Procenjeni su ukupni troškovi projekta automatizacije i ukupni benefiti u zavisnosti od procenta nadoknade štete potrošačima. Proračun je sproveden za slučaj preduzeća koja posluju na monopolski regulisanim i otvorenim tržištima. Izvedeni ekonomski faktori pokazali su visoku profitabilnost projekata automatizacije, kratak rok vraćanja investicija i atraktivne ROI i IRR pokazatelje.

Za ispitivanje osetljivosti proračuna na varijacije tehničkih i ekonomskih parametara razvijeno je novo programsko rešenje u programskim jezicima „C++“, „Fortran 90“ i „Matlab R12“. Sprovedena je analiza osetljivosti ekonomskih pokazatelja u zavisnosti od stepena nadoknade štete potrošačima, varijacija cene električne energije i cena opreme za automatizaciju na tržištu. Rezultati su pokazali da sa porastom cene električne energije značajno raste i profitabilnost projekata, dok sa porastom cene opreme profitabilnost opada.

7. LITERATURA

- [1] M.Čalović, A.Sarić: „Planiranje razvoja elektroenergetskih sistema u regulisanom i deregulisanom okruženju“, Tehnički fakultet Čačak izdavaštvo, 2011. godine.
- [2] ADMS softverski sistem za optimalno upravljanje distributivnim mrežama – Schendier Electric DMS NS – V2.75.2, 2013.
- [3] N.Katić: „Benefits of Smart Grid Solutions in Open Electricity Market“, *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol.10, No.2, pp.49 – 68, 2013.

Kratka biografija:



Juliana Katić rođena je u Novom Sadu 1990. god. Diplomski-master rad odbranila je 2014. godine iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – elektroenergetski sistemi.

JEDNO REŠENJE SKYPE APLIKACIJE KAO PROŠIRENJE OPERA INTERNET PRETRAŽIVAČA

Radovan Prodanović, Goran Miljković, Gordana Cmiljanović, Sanja Zdravković Babić

Sadržaj – U ovom radu je prikazan način komunikacije kroz dodatak za Opera pretraživač, koji se obavlja putem Skype protokola za sisteme specijalne namene. API (Application programming interface) koji je korišćen za izradu dodatka je JSAPI koji je razvila Opera.

Ključne reči – Proširenje, Skype, TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol), VoIP (Voice over Internet Protocol)

I. UVOD

Glavna komunikacija preko interneta se odvija putem VoIP-a (Voice over Internet Protocol). Kako se VoIP kao mrežna tehnologija zasniva na TCP/IP protokolu, on se sastoji od OSI (Open Systems Interconnect) referentnih slojeva, a ima ih pet: fizički sloj (bakarne parice, priključci, napajanje, optički kablovi ili radio-veze), sloj podataka ("data link" sloj koji predstavlja medij za detekciju grešaka u prenosu podataka), mrežni sloj (sloj koji se brine o prenosu i usmeravanju podataka, definišući adresnu shemu i putanje), transportni sloj (koji sadrži TCP i UDP protokole) i na kraju aplikacioni, prezentacijski i sloj sesija (koji čine OS, razne aplikacije te servisi kao što su DNS – domen sistemskog imena). Skype se poslednjih godina izdvojio kao osnovni predstavnik alata za komunikaciju preko VoIP-a [1].

Tema ovog rada je izrada dodatka za Opera pretraživač, koji je povezan sa Skype API-jem za sisteme specijalne namene, a preko kog je moguće uspostaviti zvučni i video poziv. Ideja za realizaciju ovakvog dodatka proizašla iz toga što Microsoft ne razvija samostalnu Skype aplikaciju za sisteme specijalne namene, tako da bi ovaj dodatak trebao da predstavi zamenu za Skype aplikaciju.

II. SKYPE

Skype [2] je P2P (peer-2-peer) VoIP klijent, razvijen od strane tvorca Kazaa 2003. godine, a Microsoft ga je otkupio 2011. godine za 8,5 milijardi dolara. Prvobitni naziv Skype-a trebao je da glasi Sky Peer-to-Peer.

A. Skype protokol

Ne zna se sa sigurnošću kako Skype radi jer je Skype protokol veoma "zatvoren". Jedino je poznato da Skype radi kao hibrid klijent/server i decentralizovane arhitekture. Specifikacija protokola nije javno dostupna. Skype mreža ne može da komunicira sa većinom drugih VoIP mreža bez odgovarajuće licence od strane Skype-a. Postoje brojni pokušaji da se "obrnutim" pristupom otkrije način funkcionisanja protokola i omogući za korišćenje nezvaničnim (nelicenciranim) klijentima. Komunikacija

između dva korisnika ne može da se čita van njihove veze, pa je zbog toga Skype protokol zabranjen u Kini.

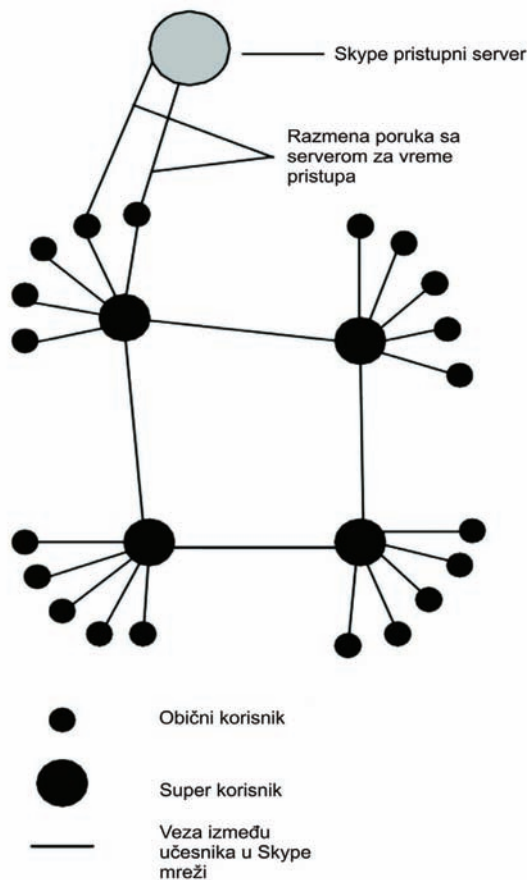
B. Arhitektura Skype-a

Iako koristi decentralizovano orijentisanu mrežu, i kod Skype-a postoje dve vrste korisnika, obični korisnici i super korisnici [3].

Običan korisnik je krajnji korisnik na mreži, odnosno svaki korisnik koji nije super korisnik.

Super korisnik može da postane svaki korisnik koji poseduje javnu IP adresu, dovoljno procesorske moći (CPU), skladišnog prostora i protoka ka Internetu, ali nije poznat način na koji se postaje super korisnik. Običan korisnik mora da se poveže sa super korisnikom i da izvrši autentifikaciju preko Skype pristupnog servera.

Pristupni server predstavlja jedini centralizovani server na kome se čuvaju podaci o korisnicima i njihovim šiframa. Ovaj server osigurava da su korisnička imena jedinstvena.



Sl. 1. Veza između Skype servera, super korisnika i običnih korisnika

NAPOMENA:

- Ovaj rad proistekao je iz master rada Radovana Prodanovića. Mentor je bio prof. dr Željko Trpovski.
- Rad je prethodno publikovan na konferenciji TELFOR, Beograd, novembar 2013.

C. Skype za sisteme specijalne namene

Za sisteme specijalne namene postoji razvojni program kroz koji je moguće doći do potrebnih delova za realizaciju osnovne aplikacije koja se pokreće iz komandne linije, a koja se može pokrenuti na sistemima specijalne namene.

Kada god se pokrene SkypeKit projekat, on komunicira sa drugim Skype delovima preko SkypeKit izvršne datoteke. To znači da na njega možemo da konektujemo sopstvene zvučne i video servise kao opcionalne komponente.

Sl. 2. Skype arhitektura

SkypeKit predstavlja alat za razvoj aplikacija (Software Development Kit, SDK) i skup izvršnih datoteka koje se mogu koristiti za dalji razvoj aplikacija koje su zasnovane na Skype funkcionalnosti. Izvršni datoteke predstavljaju nepotpunu verziju Skype-a, tj. Skype bez grafičke sprege sa korisnikom, koje se pokreću iz komandne linije i povezuju se sa Skype-ovim serverom, čime omogućavaju pristup kontakt listi, slanje poruka, kao i uspostavu zvučnog i video poziva.

SkypeKit, iako ne poseduje grafičku spregu sa korisnikom, upravlja gotovo svim ostalim funkcionalnostima, kao što su kriptovanje, mrežne aktivnosti, signalizacija, kao i mogućnost upravljanja multimedijalnim sadržajem. Kako bi korisnička aplikacija mogla da komunicira sa SkypeKit izvršnom datotekom, ona prvo mora da se autorizuje uz pomoć "para ključeva".

Pored izvršne datoteke, SDK sadrži API "omotač", kao i referentne realizacije zvučnog i video servisa.

"Omotač" predstavlja SkypeKit API spregu za kreiranje aplikacija koje se zasnivaju na Skype funkcionalnosti i sadrži UI (User Interface) metode za ostvarivanje zvučnog i video poziva.

Veza između servisa za uspostavu zvučnog poziva i SkypeKit-a je zasnovana na impulsnoj kodnoj modulaciji (eng. *Pulse-code modulation, PCM*), što znači da programer treba da odabere, konfigurise i otvori uređaj za prijem zvuka, da pročita odbirke sa mikrofona ili drugog ulaza i da ih prosledi do SkypeKit-a. Sličan model se odvija i u suprotnom smeru. U suštini ovo je veoma lako, jer svi upravljački programi za upravljanje zvukom rade sa PCM odbircima.

SkypeKit upravlja uređajima za kodiranje i dekodiranje zvuka, uklanjanjem eha, automatskom kontrolom snage

(*AGC - Automatic gain control*) i kontrolom podrhtavanja signala.

VoicePCMHost koristi standardni ulaz za prijem zvučnog signala, ali u nekim slučajevima programeri žele da koriste svoje ulazne uređaje koristeći PCM. Da bi omogućili korišćenje takvih uređaja, potrebno je da se realizuje odgovarajuća sprega. SkypeKit SDK nam obezbeđuje većinu komponenti koje su nam za to potrebne.

III. DODACI INTERNET PRETRAŽIVAČA

Dodaci su biblioteke koje se upotrebljavaju za prikazivanje slika i animacija, mada im to nije jedina upotreba. Sa većinom dodataka se može komunicirati preko javascript-a. Dodatak ima uticaj samo na stranu na kojoj je postavljen jer se pri svakom otvaranju nove stranice pravi novi objekat i time se raskida veza sa već postojećim. Kod većine pretraživača možemo proširiti funkcionalnost uz pomoć dodataka. Osnovni primeri dodataka koji se nalaze u pretraživačima su Adobe Flash Player, QuickTime Player i Java dodaci. Add-on je izraz koji predstavlja nešto što poboljšava datu aplikaciju. Postoje razne vrste addon-ova kao što su dodaci, proširenja i teme.

Na Sl. 3. je prikazan primer funkcionisanja okosnice dodataka. Osnovna aplikacija pruža usluge koje dodatak može da koristi, uključujući u to i način na koji se dodatak registruje na osnovnu aplikaciju i protokol za razmenu podataka sa dodacima. Dodaci su zavisni od servisa koje obezbeđuje osnovna aplikacija i obično ne mogu da funkcionišu samostalno. Nasuprot tome, osnovna aplikacija može da radi nezavisno od dodataka, što omogućava da krajnji korisnik može da dodaje i/ili ažurira dodatke po potrebi, bez potrebe da menja osnovnu aplikaciju.

Sl. 3. Funkcionisanje okosnice dodataka

Slobodni API obezbeđuje standardnu spregu, koja omogućava osobama koje nisu uključene u projekat da prave dodatke koji će da rade sa osnovnim aplikacijom.

IV. OPIS SISTEMA

Razvojna ploča na kojoj je realizovan projekat je zasnovana na ARM arhitekturi. Od isporučioća razvojne ploče, dobijen je i BSP (Board Support Package) koji je zasnovan na Linux OS i podržava zvučno i video ubrzanje na fizičkom nivou.

Ovaj rad je zasnovan na JSPlugin API-ju koji je razvila Opera za izradu proširenja kroz JavaScript okruženje u običnom HTML dokumentu, uz pomoć objekata koji su dobijeni od strane naručioca projekta.

Ovaj API daje mogućnost da se realizuju dve stvari:

- JavaScript objekti sa određenim svojstvima i metodama,
- Objekat elementi koji se rade po potrebi naručioca.

Pri pokretanju Opera pretraživača, u daljem tekstu Opere, pretražuje se folder \$(OPERA_DIR)/jsplugins u cilju pronalazjenja .so datoteka (biblioteka). Ako pronađene biblioteke sadrže jsplugin_capabilities, one će se učitati i dodatak je registrovan. Posle toga dodatak je spreman da prima razne zahteve. Ovi zahtevi su predstavljeni preko povratnih poziva i moraju biti podešeni u toku inicijalizacije.

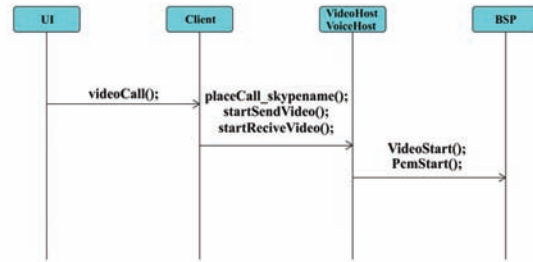
Kada se učita dodatak, funkcija jsplugin_capabilities prima povratne vrednosti od Opere kroz svoj drugi argument, koji predstavlja pokazivač na strukturu jsplugin_callbacks.

Kompletna grafička sprega između korisnika i dodatka je urađena u jednoj HTML datoteci jer Opera ne podržava rad sa karticama (Tabs) pa bi otvaranje druge datoteke ili internet lokacije uništilo i objekat dodatka. Kroz nju se pristupa dodatku uz upotrebu JS-a (JavaScript), tako što se pozivaju JS funkcije, koje služe da pozovu funkcije koje su ugrađene u dodatak [4]. Ovde je realizovana mogućnost pristupanja serveru, učitanje liste prijatelja i uspostavljanje zvučnog i video poziva.

Da bi dodatak pristupio Skype serveru, moraju se pokrenuti i servisi koji su dobijeni od Skype tima, a to su VoiceHost, VideoHost i SkypeKit Runtime.

Posle učitanja dodatka i pristupanja Skype serveru, možemo otpočeti sa komunikacijom sa dodatkom. Prvo što je potrebno je prosleđivanje ličnih podataka serveru. Posle pristupanja serveru možemo očitati listu kontakata sa kojima možemo da razgovaramo. Kada odaberemo osobu iz kontakt liste i odaberemo opciju poziva, time prosleđujemo njegovo korisničko ime ka Skype serveru koji na osnovu njega otpocinje proces pozivanja.

Kada se poziv uspostavi potrebno je uspostaviti i video komunikaciju, ako je u pitanju video poziv. Tom prilikom VideoHost poziva funkciju za prikaz videa, koja je deo alata za upravljanjem reprodukcije višestrukog toka sadržaja, kao što prikazuje Sl. 4. Prenos videa se odvija u oba smera i to se kroz jedan kanal prosleđuje video koji dolazi od sagovornika, a kroz drugi se prosleđuje signal koji se šalje sagovorniku.



Sl. 4. Pozivi nekih funkcija

Zvučna funkcionalnost se obavlja uz pomoć ALSA (Advanced Linux Sound Architecture), a video kroz V4L2 (Video4Linux2) API-je. VoiceHost kroz ALSA prepoznaje da li je prisutan neki od USB uređaja, bilo da su u pitanju slušalice ili kamera sa ugrađenim mikrofonom, ali i USB zvučnici. Za odvijanje komunikacije se koriste PCM odbirci, tj. nekompresovani zvučni zapis.

VideoHost detektuje da li je prisutan uređaj koji omogućava snimanje videa, bez obzira da li se radi o uređaju sa ili bez ugrađenog mikrofona. Video format koji se koristi je MPEG TS (transport stream) format, a podržane su Quanta kamere sa ugrađenim mikrofonom.

U slučaju da i kamera i slušalice imaju mikrofoni, kao glavni mikrofoni se uzima onaj na slušalicama.

Alat za upravljanje višestrukog toka sadržaja, koji se koristi na platformi za koju je razvijan ovaj dodatak, dobijen je od isporučioća. Pored upravljanjem toka podataka, on preuzima odgovornost nad sastavljanjem višestruko dekodiranog toka podataka sa interaktivnom grafikom, i tako generiše video izlaz. Takođe kontroliše video enkoder koji generiše željeni format na izlazu, kao što je video standardne rezolucije (Standard Definition, SD) ili video visoke rezolucije (High-Definition Multimedia Interface, HDMI). Za reprodukciju zvuka, on kontroliše dekodera zvuka, spoji izlaz dekodera sa ostalim zvučnim sadržajima (kao što su PCM zvučne datoteke) u cilju generisanja zvučnog izlaza.

Nakon prekida poziva, možemo pozvati nekog drugog ili izaći iz dodatka. Po završetku poziva i izlasku iz dodatka, potrebno je isključiti i servise koji su nezavisni od dodatka pretraživaču.

V. REZULTATI RADA

Kao što je već rečeno, Microsoft ne razvija Skype za sisteme specijalne namene. Upotrebom ovog dodatka Opera pretraživaču, krajnjem korisniku je omogućeno da pristupi Skype serveru, na primer pomoću svog Setup Box-a ili "pametnog" televizora koji poseduje operativni sistem specijalne namene, i da obavi zvučni ili video poziv i bez posedovanja zasebnog Skype programa. Zauzeće skladišnog prostora i procesora je optimizovano za korišćenje na sistemima posebne namene, tako da na datoj razvojnoj ploči zauzima oko 18% procesorske snage, u odnosu koji pokazuje Tabela 1.

Tabela 1: Zauzeće CPU-a od strane dodatka

Naziv procesa	Zauzeće CPU-a u %
gogiopera-dfb-dynamic	13.40
videohost	1.90
voicehost-pcm	1.50
linux-armv7-skypekit-voicepcm-videortp	1.00

ZAHVALNICA

Ovaj rad je delimično finansiran od Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, projekat TR-32030.

LITERATURA

- [1] Wikipedia:
http://en.wikipedia.org/wiki/Voice_over_IP, posećeno avgusta 2013. godine
- [2] Skype oficijalna stranica:
www.skype.com, posećeno avgusta 2013. godine
- [3] S. Baset and H. Schulzrinne. An analysis of the skype peer-to-peer Internet telephony protocol. Columbia University Technical Report CUCS-039-04, September 2004.
- [4] Opera JSPlugin API, Opera Software ASA 2012

ABSTRACT

This paper presents a method of communication through Opera browser plugin, which is done through Skype protocols for embedded systems. API (Application Programming Interface) that is used to create a plugin is JSAPI developed by Opera.

ONE SOLUTION OF SKYPE APPLICATION AS PLUG-IN FOR OPERA INTERNET BROWSER

Radovan Prodanović, Goran Miljković, Gordana Cmiljanović, Sanja Zdravković Babić

**EKONOMSKA OPRAVDANOST GRADNJE VETRO PARKA
ECONOMIC ASSESSMENT OF WIND FARM BUILDING**Goran Radovanović, *Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu analiziran je potencijal nekog područja za izgradnju vetroparka. S obzirom da je brzina vetra i njegovo godišnje trajanje najbitnija energetska karakteristika područja i osnova za ocenu opravdanosti izgradnje, na to će se u ovom radu i najviše pažnje obratiti. Cilj ovog rada jeste da se napiše program koji će izvršiti proračun proizvodnje električne energije nekog vetrogeneratora na osnovu podataka o brzinama i trajanjima vetra koji su dostupni, i izvrši proračun troškova električne energije po kilovat-času, koja je osnova za ocenu godišnje zarade od vetrogeneratora na terenu sa datom funkcijom raspodele verovatnoća brzina vetra. Ispitana su tri slučaja, test primera, koji će se razlikovati po informacijama o brzini vetra i načinu računanja proizvedene električne energije i analiza ocene troškova električne energije u zavisnosti od srednje brzine vetra tokom godine za isti tip vetrogeneratora. Takođe, će biti urađena uporedna analiza troškova za pet različitih vetrogeneratora pri istim uslovima vetra kako bi se dobila najbolja opcija.

Abstract – In this paper it is presented how much energy might be expected from wind turbine in various wind regimes. The most attention is paid on wind speed and its yearly duration, since it is most important data for building wind farm. The goal of the paper is to write program, so we can enter wind speed data, based on the available data from the site and make an estimate of electrical energy produced. Further, it is also made an analysis of cost for electricity in different wind regimes and later for different wind generators.

Ključna reči: brzina vetra, cena električne energije, vetrogenerator.

1. UVOD

Energija vetra je jedan od najvažnijih energetskih resursa na Zemlji. Proizvodnja električne energije iz vetra počela se razvijati tridesetih godina prošlog veka međutim razvojem velikih hidro, termo i nuklearnih elektrana proizvodnja električne energije iz energije vetra nije se održala.

Međutim, iscrpivost rezervi fosilnog goriva i ekološki problemi izazvani njihovom eksploatacijom, doveli su poslednjih decenija do intenzivnog razvoja u obnovljive izvore električne energije.

Energija vetra, se kao takva intenzivno razvija u u pogledu tehnološkog razvoja vetrogeneratora, ali i u pogledu njihove izgrađene instalisane snage.

Vetroparkovi mogu biti građeni na kopnu (eng. *onshore*) ili na moru (eng. *offshore*). U razvijenim zemljama potencijali za izgradnju novih vetroparkova su veoma dobro istraženi. Poznate su karte brzina vetra, karta ruže vetrova, gustina vazduha i visina terena i svi ostali parametri koji su bitni za određivanje potencijala neke lokacije za izgradnju vetroparka.

Proizvođači vetrogeneratora nude različite tipove turbina od malih za zadovoljavanje potreba jednog domaćinstva do velikih vetroturbina koji imaju snage i do 5 MW. Na taj način je moguće pronaći vetroturbinu koja odgovara određenoj lokaciji i brzinama vetra koje se javljaju u tom području.

Na tržištu postoje mnogi softverski programi koji na osnovu ulaznih podataka mogu da proračunaju potencijal nekog područja kao npr. koliko bi bilo moguće električne energije proizvesti, troškove i posle kojeg vremena će se ulaganje isplatiti, odgovarajuću cenu kilovat časa itd. Svi ovi podaci su bitni pri izgradnji kako bi se na što bolji način utvrdilo isplativost i potencijal nekog područja za izgradnju vetroparka [1],[2].

2. SNAGA VETRA

Snaga vetra se može izraziti poznatom relacijom:

$$P_{\text{vetra}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \quad (1)$$

gde je:

P_{vetra} – snaga vetra u [W],

ρ – gustina vazduha [kg/m^3] (na 15°C i pri pritisku jedne atmosfere $\rho = 1,225 \text{ kg}/\text{m}^3$),

A – površina poprečnog obvojnice oko krakova vetroturbine kroz koju vetar prolazi [m^2],

v – normalna brzina vetra u [m/s].

Da bi se pronašla snaga vetrogeneratora koristi se koeficijent iskorišćenja vetroturbine C_p , koji se definiše kao odnos mehaničke snage vetroturbine prema odgovarajućoj snazi vetra P_{vetra} , na ulazu u vetroturbinu:

$$P_{\text{vetrogeneratora}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \cdot C_p \quad (2)$$

Maksimalna teorijska snaga koju može vetroturbina razviti definisana je Becovim (*Betz*) zakonom, po kojom je maksimum stepena iskorišćenja energije vetra u

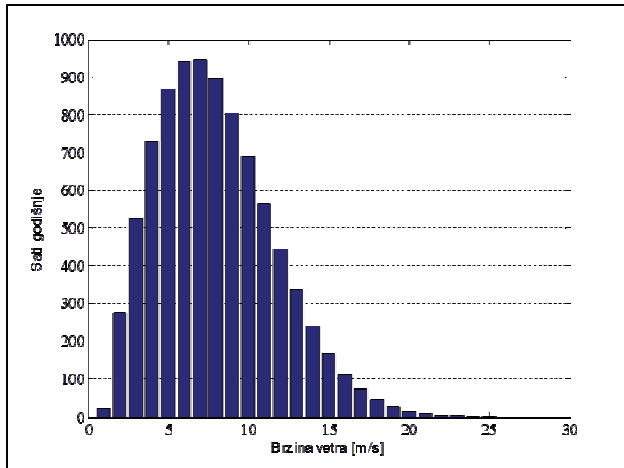
NAPOMENA:

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

vetroturbini 59,3% (za standardnu gustinu vazduha $\rho=1,225 \text{ kg/m}^3$).

2.1. Histogram brzine vetra

Primer histograma brzina vetra koji je korišćen u radu dat je na slici 1 i preuzet je iz literature [3]. Podaci su mereni na visini od 50 m.



Slika 1. Histogram brzina vetra

2.2. Weibulova i Relejeva funkcija raspodele

Funkcija raspodele koja se najčešće koristi u analizama brzine vetra jeste Weibulova funkcija gustine raspodele brzine vetra (eng. *Weibull probability density function*):

$$f(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k\right] \quad (3)$$

gde je k parametar oblika, a c je parametar razmere.

U slučaju kada je malo podataka o brzinama vetra poznato za neku lokaciju, predpostavljajući Weibulovuraspodelu, obično se uzima da je $k=2$. Kada parametaroblika ima vrednost $k=2$, onda se takva funkcija raspodele naziva Relejeva raspodela (eng. *Rayleigh*):

$$f(v) = \frac{2v}{c^2} \exp\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^2\right] \quad (4)$$

Veća vrednost parametra razmere pomera krivu ka većim brzinama vetra. Postoji direktna veza između parametra razmere c i srednje brzine vetra v_{sr} . Ako se zameni funkcija Relejeve raspodele iz (3) i izračuna srednja vrednost brzine vetradobija se:

$$v_{sr} = \int_0^{\infty} v \cdot f(v) dv = \int_0^{\infty} \frac{2 \cdot v^2}{c^2} \exp\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^2\right] = \frac{\sqrt{\pi}}{2} \cdot c \quad (5)$$

Sada se može izraziti parametar razmere u koliko je poznata srednja brzina vetra kao:

$$c = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot v_{sr} \quad (6)$$

2.3. Kumulativna raspodela verovatnoće brzine vetra

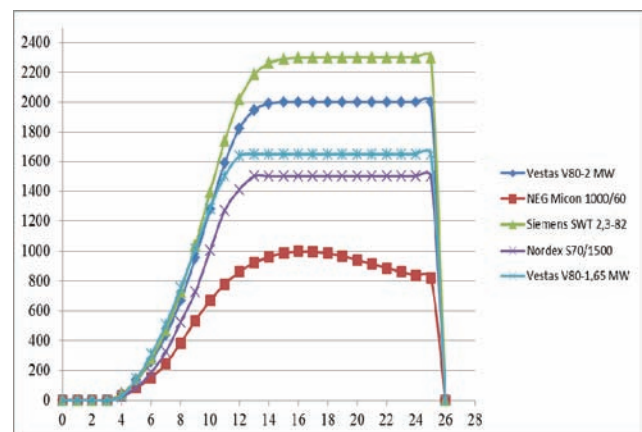
Površina ispod funkcije gustine raspodele jednaka je jedinici, a površina između neke dve brzine predstavlja verovatnoću da je brzina vetra između te dve vrednosti.

Ovaj integral se naziva kumulativna raspodela verovatnoće. Verovatnoća da je vetar V manji od 0 je 0, a verovatnoća da je vetar V manji od beskonačno je jednaka jedan. Za vetar je već rečeno da je najbitnija Weibulova raspodela gustine verovatnoće. Kumulativna raspodela verovatnoće za Weibulovu raspodelu kada se sredi dobija se:

$$F(V) = P(v \leq V) = \int_0^V f(v) dv = 1 - \exp\left[-\left(\frac{V}{c}\right)^k\right] \quad (7)$$

2.4. Kriva snage generatora i Weibulova raspodela brzina vetra

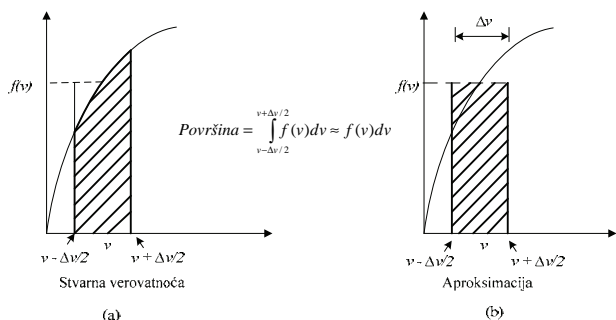
Na slici 2 prikazane su krive snage za pet četiri vetrogeneratora: NEG Micon 1000/60 (maksimalna izlazna snaga je 1000 kW, prečnik turbine 60 m), Vestas V80-2MW i V80-1,65MW, Siemens SWT 2,3-82 i Nordex S70/1500. Sa poznatom krivom snage vetrogeneratora, može se odrediti koliko će snage generator proizvesti pri bilo kojoj brzini vetra. Ako se poveže proizvedena snaga vetrogeneratora pri nekoj brzini vetra sa brojem sati koliko je taj vetar duvao tom brzinom, možemo odrediti ukupna proizvedena električna energija u kWh. Ako se poseduju podaci o satima prisutnosti vetra pri svakoj brzini vetra, može se izračunati ukupno proizvedena energija. Kada su podaci o brzinama vetra nepotpuni, može se pretpostaviti Weibulova raspodela sa odgovarajućem parametrom oblika k i parametrom razmere c . U koliko je poznata samo srednja brzina vetra v_{sr} može se bez problema koristiti prostija Relejeva raspodela sa $k = 2$ i $c = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot v_{sr}$.



Slika 2. Krive izlazne snage za pet vetrogeneratora.

Ono što treba odrediti jeste kolikom verovatnoćom vetar duva nekom datom brzinom. Matematički odgovor na taj problem je nula. To znači u stvari da vetar nikad ne duva baš tom brzinom v m/s. Preciznije rečeno potrebno je odrediti koja je verovatnoća da brzina vetra bude unutar odgovarajućeg opsega, između neke dve vrednosti brzine $v-\Delta v/2$ i $v+\Delta v/2$. Ova verovatnoća je data kao površina na funkciji gustine raspodele verovatnoće između $v-\Delta v/2$ i $v+\Delta v/2$ kao što je prikazano na slici 3a. U koliko je Δv dovoljno malo onda je razumno pretpostaviti da je ta

površina približno površina pravougaonika kao što je prikazano na slici 3b.



Slika 3. Verovatnoća i aproksimacije $f(v)\Delta v$, dokle god je Δv dovoljno malo.

Na osnovu priloženog možemo pisati:

$$P(v - \Delta v/2 \leq V \leq v + \Delta v/2) = \int_{v-\Delta v/2}^{v+\Delta v/2} f(v)dv \approx f(v)\Delta v \quad (8)$$

Na osnovu predhodnog izraza može se zaključiti da širina klase brzine vetra na funkciji raspodele brzina vetra može da se uzme da je 1 m/s, odnosno može da se računa verovatnoća brzine vetra sa koracima od 1 m/s, što je u radu i učinjeno.

2.5. Proračun troškova po kWh proizvedene električne energije

U ovom radu će biti korišćen najprostiji metod za ocenu troškova po kWh. Ovi troškovi su jedna od osnova za ocenu ekonomskog rangiranja pojedinih tipova turbine na zadatom terenu sa zadatom raspodelom brzine vetra. Troškovi po kWh električne energije će biti dobijeni prosto uzevši u obzir ukupne troškove instalacije i troškove rada vetroturbine tokom njenog životnog veka i onda će taj podatak biti podeljen sa brojem kWh proizvedene električne energije tokom životnog veka. Na taj način će se dobiti okvirna ocena troškova po kWh za različite vetroturbine. Takođe, uzeta je u obzir i kamatna stopa tokom životnog veka vetroturbine kako bi se izračunali ukupni godišnji troškovi. Kamatne stope koje su uzete u obzir su 5%, 7,5% i 10%. To je učinjeno jednostavnom formulom:

$$A_{fix} = P \cdot \left[\frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (9)$$

gde je:

A_{fix} – ukupni fiksni troškovi izgradnje [n.j./god],

P – investicije na početku izgradnje [n.j.],

i – kamatna stopa (decimalni broj npr. 0,10 za 10% kamatnu stopu),

n – rok otplate (izražen u godinama, u ovom radu je uzet kao vek trajanja vetroturbine).

Godišnji troškovi održavanja na osnovu podataka iz literature [5] iznose 3% fiksnih troškova. Ukupni troškovi izgradnje i troškovi održavanja tokom životnog veka (20 godina) vetroturbine su izračunati na sledeći način:

$$A = A_{fix} + 0,03 \cdot A_{fix} \cdot 20 \quad (10)$$

Troškovi po kWh su potom izračunati preko sledeće formule:

$$troskovi / kWh = \frac{A}{E_{generatora} \cdot 20} \quad (11)$$

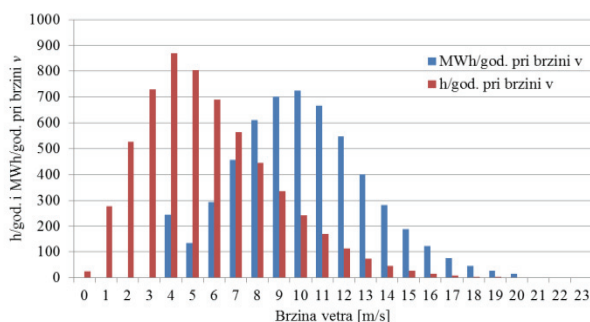
gde je:

$E_{generatora}$ – ukupna proizvedena električna energija u toku godine kWh.

3. REZULTATI PRIMENE PROGRAMA

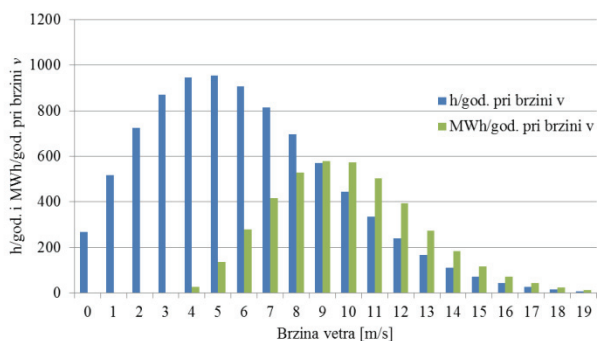
Prvi test primer podrazumeva da su poznati podaci o brzinama vetra i njeno trajanje na nekoj lokaciji na kojoj se želi izgraditi vetropark. Za ovaj rad podrazumevano je da su izvršena intenzivna merenja o brzinama vetra u tom području. Kao što je već rečeno ovaj slučaj će se smatrati osnovnim slučajem. Brzine vetra koje će se koristiti preuzete su iz literature [3]. Proizvedena električna energija je računata direktno, broj časova $sati(v)$ kojom je tokom kojih se neka brzina vetra "v" javljala množi se sa vrednošću snaga $P_{gen}=f(v)$ na krivoj izlazne snage vetrogeneratora, tj. $E_{generatora}=P_{gen} \cdot sati(v)$.

Ukupno će jedna vetroturbina Vestas V82-1,65 proizvesti 5.019.122 kWh/god., odnosno 5 GWh/god. Na slici 4 je prikazan histogram brzine vetra, dakle broj sati koji je zabeležen u toku godine pri kojoj je neka brzina vetra duvala i proizvedena električna energija vetroturbine pri svakoj od zabeleženih brzina vetra u MWh/god.



Slika 4. Proizvedena električna energija po brzinama vetra za prvi test primer.

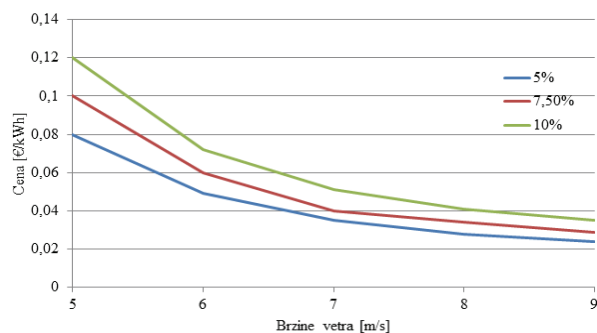
Test primer 2 koji će se sprovesti, podrazumeva da su takođe poznati podaci o brzinama vetra i njenom trajanju s tim što sada će se ti podaci iskoristiti, umesto za direktno računanje odate snage vetrogeneratora, da se izračunaju parametri Weibulove raspodele. Na osnovu tih parametara se prolazi kroz krivu raspodele brzina vetra, računa se verovatnoća kojom neka brzina vetra duva. Taj podatak se potom množi sa 8760 i na taj način se dobija broj sati tokom godine za neku brzinu vetra. Potom se broj sati postojanja neke brzine vetra v množi sa vrednošću snaga $P_{gen}=f(v)$ na krivoj izlazne snage vetrogeneratora. Dakle, proizvedena električna energija se dobija kao $E_{generatora} = P_{gen} \cdot sati(v)$. Ukupna proizvedena električna energija jedne vetroturbine iznosi 4,74 GWh/god. Rezultati su predstavljeni grafikom slično kao i u prethodnom primeru slikom 5.



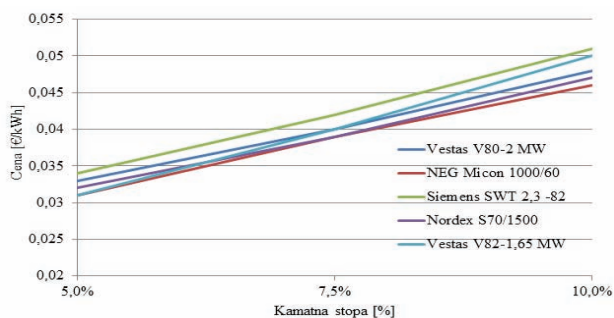
Slika 5. Proizvedena električna energija za test primer 2.

U poslednjem test primeru kao ulazni podatak o vetru unosi se samo srednju brzinu vetra od 7 m/s. U tom slučaju se pretpostavlja Relejeva raspodela brzina vetra ($k = 2$) i onda na osnovu srednje brzine vetra i jednačine (8) računa parametar razmere. Proizvedena električna energija je skoro ista kao u predhodnom primeru i iznosi 4.741.650,68 kWh/god.

Na kraju je izveden proračun troškova po kWh pri različitim srednjim brzinama vetra, kako bi se pokazala zavisnost isplativosti izgradnje vetroparka od režima vetra tj. od srednje brzine vetra tokom godine (sa predpostavljenom Relejevom raspodelom) i kamatne stope (5%, 7,5% i 10%). Srednja brzina vetra je potom zamenjena u formulu (6) kako bi se dobila raspodela brzina vetra sa takvom srednjom brzinom. Izvršen je i proračun troškova za još četiri vetro turbine, pri istim uslovima vetra za svaki vetro generator, kao uporedan pregled, i zavisnost cene od izlazne krive snage vetro generatora i kamatne stope. Rezultati su prikazani na slikama 6 i 7.



Slika 6. Uporedan prikaz troškova po kWh električne energije sa gustinom raspodele vetra za srednje godišnje brzine vetra od 5 do 9 m/s i kamatnim stopama.



Slika 7. Troškovi proizvedene električne energije vetro turbine sa slike 2 u zavisnosti od kamatne stope.

Na osnovu proračuna sprovedenih u radu, može se primetiti zavisnost troškova/kWh od kamatne stope kredita iz kojeg se finansira vetropark. Za sprovedenu analizu pet vetro turbina, pri najmanjoj kamatnoj stopi od $i=5\%$, troškovi/kWh su najmanji za Vestas V82-1,65 MW i Nordex S70/ 1,5 MW. Za $i=10\%$ isplativije postaju vetro turbine manje nazivne snage (NEG Micon 1000/60).

4. ZAKLJUČAK

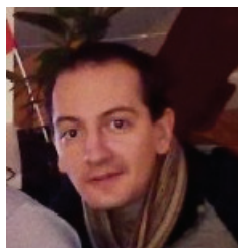
U ovom diplomskom radu predstavljen je i razvijen program za proračun proizvedene električne energije vetro generatora u zavisnosti od brzine vetra i ocenu troškova proizvedene električne energije. Kao ulazni podaci uzete su funkcije gustine raspodele verovatnoća brzine vetra i podaci o vetro generatoru. Korišćena je Vejbulova raspodela, kao pokazatelj brzina vetra u toku jedne godine i tako su proračunati troškovi po kWh godišnje proizvedene električne energije.

Za zadatu, raspodelu brzina vetra na lokaciji za koju su računati troškovi/kWh, za $i=10\%$, preporučuju se vetro turbine manje i srednje nazivne snage. Za analizirani primer optimalne vetro turbine su NEG Micon 1000/60 i Nordex S70/ 1,5 MW. Njihovi troškovi/kWh su 0,046 €/kWh i 0,047 €/kWh.

5. LITERATURA

- [1] Nemanja Rikalo, Vladimir Katić, Boris Dumnić, „Primena programskog paketa WasP“, *Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka*, Edicija: Tehničke nauke – Zbornici, God.26, Br.14, 2011, pp.3389-3392
- [2] Borislav Živković, Vladimir Katić, „Projektovanje vetroelektrane – pregled softverskih alata“, *Zbornik radova Fakulteta tehničkih nauka*, Edicija: Tehničke nauke – Zbornici, God.27, Br.1, 2012, pp.89-92
- [3] Gilbert M. Masters, “*Renewable and Efficient Electric Power Systems*”, Stanford University
- [4] Markel Zubiaga, “*Energy Transmission and Grid Integration of AC Offshore wind Farms*”, Intechopen 2012, www.intechopen.com
- [5] “*A Report by the European Wind Energy Association*”, EWEA 2009.

Kratka biografija:



Goran Radovanović, rođen je u Novom Sadu 1986. godine. Osnovne akademske-bečelor studije završio je na Fakultetu Tehničkih Nauka u Novom Sadu iz oblasti Elektrotehnika i Računarstvo – Elektroenergetski sistemi.

**UTICAJ LOKACIJE IZVORA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA POKAZATELJE
POUZDANOSTI ELEKTROENERGETSKOG SISTEMA****EFFECT OF GENERATION LOCATIONS ON POWER SYSTEM
RELIABILITY INDICES**Nikola Mijatović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu objašnjen je uticaj lokacije izvora električne energije na pokazatelje pouzdanosti elektroenergetskog sistema. Izložene su teorijske osnove pouzdanosti, kao i modeli i tehnike za ocenu rizika i analizu pouzdanosti elektroenergetskog sistema. Nakon toga su prikazani rezultati za test sistem, dobijeni razvijenom softverskom podrškom.

Abstract – This paper explains the effect of generation location on power system reliability indices. Theoretical basis of reliability, models and techniques for risk assessment and power system reliability analysis are presented. Finally, the results for the test system, obtained using dedicated software are presented.

Ključne reči: Pouzdanost, lokacija izvora električne energije, pokazatelj pouzdanosti

1. UVOD

Tranzicija elektroenergetskih sistema (EES-a) iz regulisanog u deregulisano tržišno okruženje ima veliki uticaj na njihovo planiranje i upravljanje, kao i na buduće standarde i nivoe pouzdanosti, ali ne eliminiše potrebu za procenom uticaja proširenja EES-a i procenom pouzdanosti. Primarni cilj EES-a je da se obezbede ekonomično i pouzdano snabdevanje električnom energijom svih potrošača. U pokušaju da se reši dilema između ekonomskih ograničenja i ograničenja vezanih za pouzdanost, tokom decenija razvijane su tehnike i kriterijumi za projektovanje, planiranje i upravljanje EES-a. Inicijalni kriterijumi i tehnike u praktičnoj primeni su bili zasnovani na determinističkom pristupu [1]. Njihova osnovna slabost jeste da ne mogu da uvažavaju verovatnoću, ili stohastičku prirodu ponašanja EES-a, potražnje potrošača ili otkaza komponenta. To je moguće korišćenjem probablističkog pristupa.

2. OSNOVE POUZDANOSTI I RIZIKA

Pojmovi „pouzdanost“ i „rizik“ u ovom radu imaju istu implikaciju, tj. predstavljaju dva aspekta iste činjenice. Viši rizik znači manju pouzdanost, i obratno. Pod rizikom se podrazumeva isključivo rizik vezan za fizički EES, bez uvažavanja ostalih aspekata rizika koji se moraju uzeti u obzir u menadžmentu rizika (poslovni, finansijski, bezbednosni...) [2]. Kvantitativna ocena rizika predstavlja jedan od osnovnih zadataka menadžmenta rizika.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada, čiji mentor je bio dr Andrija Sarić, vanr.prof.

Njena svrha je da se dobiju pokazatelji koji predstavljaju sistemski rizik. Važno je napomenuti da valjani pokazatelji rizika treba da uvažavaju kombinaciju verovatnoće i posledice.

2.1. Modeli ispada komponenti sistema

U principu, ispadi komponenti EES-a mogu da se podele u dve grupe: nezavisni i zavisni [2]. *Nezavisni ispadi* su: prinudni ispadi (opravljivi i neopravljivi prinudni otkazi), otkazi usled starenja, slučajni neopravljivi otkazi, planirani ispadi, polu-prinudni ispadi, delimični ispadi i višestruki ispadi. *Zavisni ispadi* su: ispadi sa zajedničkim uzrokom, ispadi grupe, ispadi postrojenja, kaskadni ispadi i ispadi zavisni od okruženja.

U ovom radu je za proračun korišćen pristup preko opravljivog prinudnog otkaza. On se može modelovati korišćenjem *up-down-up* ciklusnog procesa [2]. Na Slici 1 prikazan je dijagram promene stanja za ovaj proces.



Slika 1. Dijagram promene stanja

Prosečna neraspoloživost u dugotrajnom procesu se definiše kao:

$$U = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} = \frac{MTTR}{MTTF + MTTR} = \frac{f \times MTTR}{8760}, \quad (1)$$

dok za prosečnu raspoloživost važi slično:

$$A = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} = \frac{f \times MTTF}{8760}, \quad (2)$$

gde je λ stopa otkaza (otkaza/god), μ je stopa opravki (opravki/god), *MTTR* (“Mean Time to Repair”) je srednje trajanje opravke (sati), odnosno vreme kad je komponenta neraspoloživa, *MTTF* (“Mean Time to Failure”) je srednje vreme do otkaza, odnosno vreme kad je komponenta raspoloživa, a f je prosečna učestanost otkaza (otkaza/god).

Pošto je modelovanje zavisnih ispada izuzetno komplikovano, ovde se predlaže sledeće uprošćenje. Otkaz na bilo kojoj krajnjoj tački (potrošačkom čvoru) usled otkaza nekog voda uslovno zavisi od toga da li opterećenje prelazi prenosni kapacitet preostalih vodova. Otkazi na potrošačkim čvorovima se u ovom slučaju mogu definisati kao neadekvatni naponski nivoi, ili raspoloživa energija na potrošačkom čvoru. Ovo je dodatno objašnjeno u poglavlju 5.2.

3. METODE ZA OCENU RIZIKA

Metode koje se koriste u oceni rizika EES-a su prebrojavanje stanja i Monte Carlo simulacija. Osnovna ideja ovih metoda za kompleksne sisteme je da se ocena rizika vrši iterativnim procesom koji uključuje sledeća četiri koraka:

- Izbor stanja sistema.
- Analiza stanja sistema, kako bi se utvrdilo da li je u pitanju stanje otkaza.
- Računanje pokazatelja rizika za stanje otkaza.
- Ažuriranje kumulativnih pokazatelja.

U suštini, prebrojavanje stanja i Monte Carlo simulacija su dva različita metoda za izbor stanja sistema. U ovom radu je korišćenja metoda prebrojavanja stanja.

3.1. Prebrojavanje stanja

Prebrojavanje stanja je zasnovano na razvoju sledećeg izraza:

$$(P_1 + Q_1)(P_2 + Q_2) \cdots (P_N + Q_N), \quad (3)$$

gde su P_i i Q_i verovatnoće ispravnog rada i otkaza komponente i , respektivno, a N je broj komponenti u EES-u. Verovatnoća stanja EES-a je data kao:

$$P(s) = \prod_{i=1}^{N_f} Q_i \prod_{i=1}^{N-N_f} P_i, \quad (4)$$

gde su N_f i $N-N_f$ broj komponenti u ispadu i onih koje su raspoložive u stanju s , respektivno.

Prema konceptima izloženim u pristupu učestanosti i trajanja [4], učestanost stanja sistema se računa kao:

$$f(s) = P(s) \sum_{k=1}^N \lambda_k, \quad (5)$$

gde je λ_k parametar promene stanja k -te komponente u stanju s . Ako je k -ta komponenta raspoloživa, λ_k je stopa otkaza, a ako je neraspoločiva, λ_k je stopa opravke.

Pošto su sva numerisana stanja međusobno isključiva, kumulativna verovatnoća otkaza sistema je direktna suma verovatnoća svih stanja otkaza. Kumulativna verovatnoća i kumulativna učestanost otkaza sistema respektivno su:

$$P_f = \sum_{s \in G} P(s); \quad (6)$$

$$F_f = \sum_{s \in G} f(s) - \sum_{n, m \in G} f_{nm}, \quad (7)$$

gde je G skup svih stanja otkaza sistema, a f_{nm} predstavlja učestanost prelaska iz stanja n u stanje m . Ona se u praktičnoj oceni rizika sistema često zanemaruje. Tako se dobija približna (aproksimativna) formula za kumulativnu učestanost otkaza sistema:

$$F_f = \sum_{s \in G} f(s). \quad (8)$$

4. TEHNIKE ZA ANALIZU POUZDANOSTI EES-a

Analiza EES je jedna od ključnih aktivnosti u planiranju prenosnog sistema. Ona obuhvata tokove snaga, optimalne tokove snaga (OPF), analizu nepredviđenih događaja, naponsku stabilnost, tranzijentnu stabilnost, kao i druge tehničke analize. U proračunu u ovom radu su korišćeni samo tokovi snaga.

4.1. Tokovi snaga

Tokovi snaga su osnovni analitički alat pri planiranju prenosnih sistema. U polarnom koordinatnom sistemu, jednačine tokova snaga su:

$$P_i = V_i \sum_{j=1}^N V_j (G_{ij} \cos \theta_{ij} + B_{ij} \sin \theta_{ij}); \quad (9)$$

$$Q_i = V_i \sum_{j=1}^N V_j (G_{ij} \sin \theta_{ij} - B_{ij} \cos \theta_{ij}), \quad (10)$$

gde su P_i i Q_i aktivna i reaktivna injektirana snaga u čvoru i , respektivno; V_i i θ_i su amplituda i ugao napona na čvoru i , respektivno, pri čemu važi $\theta_{ij} = \theta_i - \theta_j$. G_{ij} i B_{ij} su realni i imaginarni deo elementa matrice admitansi čvorova, respektivno, a N je broj čvorova EES-a.

4.1.1. Newton-Raphson-ova metoda

Newton-Raphson-ova metoda je dobro poznat pristup rešavanju sistema nelinearnih simultanih jednačina. Jednačine (9) i (10) su linearizovane, kako bi se dobila sledeća matična jednačina:

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_{P\theta} & J_{PV} \\ J_{Q\theta} & J_{QV} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \theta \\ \Delta V/V \end{bmatrix}. \quad (11)$$

Jacobi-eva matrica je $(N+ND-1)$ -dimenziona kvadratna matrica gde su N i ND ukupan broj čvorova (osim referentno-balansnog čvora) i broj potrošačkih čvorova, respektivno. $\Delta V/V$ je vektor čiji su elementi $\Delta V_i/V_i$. Rešavanje se sprovodi kroz iterativni proces.

Za date početne vrednosti V_i i θ_i se izračunava Jacobi-eva matrica, pa se reši jednačina (11), da bi se dobili priraštaji ΔV_i i $\Delta \theta_i$. Zatim se koriguju V_i i θ_i .

Proces se ponavlja sve dok se ne postigne da je minimalno odstupanje snaga na svim čvorovima manje od zadate tolerancije.

5. MODELI ZA KOMPLEKSNE SISTEME

5.1. Model proizvodnje

U praksi uglavnom ima više proizvodnih jedinica na jednom čvoru. Kada se koristi metoda prebrojavanja stanja, broj stanja EES-a raste eksponencijalno sa brojem generatora. Kako bi se smanjilo potrebno računsko vreme, može se napraviti tabela verovatnoće za proizvodne kapacitete, za svaki čvor, gde se numerišu verovatnoće nivoa proizvodnih kapaciteta.

Proizvodne jedinice (generatori) su u ovom radu predstavljeni modelom sa dva (*up-down*) stanja, datim u poglavlju 2.1. U ovom radu podrazumeva se da su sve jedinice u baznom delu, tj. angažovane su sa svojim ukupnim kapacitetom.

5.2. Model prenosne mreže

Komponente prenosne mreže se modeluju isto kao i proizvodne jedinice, s tim što se za njih definiše i dodatni model otkaza (za zavisne otkaze).

Taj model je ovde izložen kroz pristup uslovne verovatnoće [5]. Naime, ako je pojava događaja A zavisna od skupa događaja B_i koji su međusobno isključivi, onda je:

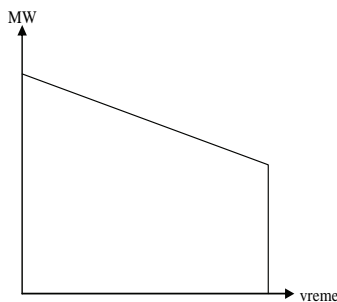
$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(A|B_i)P(B_i). \quad (12)$$

Ako je pojava događaja A zavisna od dva međusobno isključiva događaja za komponentu B (uspeh i otkaz, označene kao B_s i B_f respektivno), onda je:

$$P(A) = P(A|B_s)P(B_s) + P(A|B_f)P(B_f). \quad (13)$$

5.3. Model opterećenja

Opterećenje je definisano dijagramom opterećenja. Za metod prebrojavanja stanja se koristi nehnronološki dijagram opterećenja – kriva trajanja opterećenja. U ovom radu je uvedeno uprošćenje - predstavljanje krive trajanja opterećenja kao prave linije. Ovo je prikazano na Slici 2. Isti model se koristi i u programu, sa razlikom što umesto vremena, apscisna osa predstavlja verovatnoću (0-1), a snaga na ordinatnoj osi je data u relativnim jedinicama.



Slika 2. Model krive trajanja opterećenja

6. SLOŽENI PROIZVODNO-PRENOSNI EES-i

Jedan od osnovnih postupaka u planiranju EES-a je određivanje koliko je proizvodnih kapaciteta potrebno da bi se razumno moglo smatrati da će očekivano opterećenje biti zadovoljeno.

Drugi, ali podjednako bitan, element procesa planiranja je razvoj odgovarajuće prenosne mreže, koja će prenositi proizvedenu električnu energiju do potrošačkih čvorova. Ukupan problem procene adekvatnosti proizvodnog i prenosnog sistema u pogledu obezbeđivanja pouzdanog napajanja na potrošačkim čvorovima naziva se *procena pouzdanosti složenog sistema* [1].

Postoje tri moguća slučaja u proceni rizika složenih EES-a:

- Razmatraju se otkazi i proizvodnog i prenosnog podsistema, što predstavlja opšti slučaj. Ovaj pristup se koristi u ovom radu.
- Razmatraju se samo otkazi prenosnog podsistema, dok se za proizvodne jedinice pretpostavlja 100 % pouzdanost. Ovo je procena rizika prenosnog podsistema.
- Razmatraju se samo otkazi proizvodnih jedinica, dok se za komponente prenosnog sistema pretpostavlja 100 % pouzdanost.

7. POKAZATELJI POUZDANOSTI

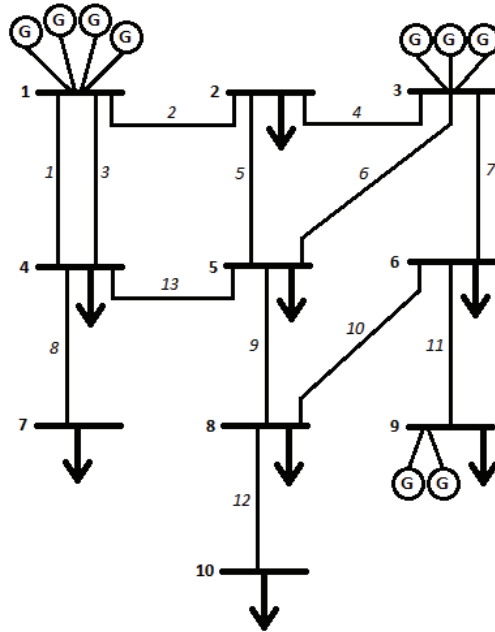
U praktičnoj mreži (realnom EES-u) postoji veliki broj potrošačkih čvorova i svaki ima određeni skup pokazatelja pouzdanosti.

Osnovni parametri su verovatnoća i učestanost otkaza na individualnim potrošačkim čvorovima, ali dodatni pokazatelji se mogu izvesti iz ovih generičkih vrednosti.

7.1. Proračun pokazatelja pouzdanosti

Rezultati proračuna predstavljaju verovatnoću i učestanost otkaza na individualnim potrošačkim

čvorovima na godišnjem nivou. Razmatra se sistem sa 10 čvorova i 13 vodova, dat na Slici 3.



Slika 3. Složeni EES sa 10 čvorova

Sistem se sastoji od 3 PV čvorova (čvor broj 1 je referentni čvor) i 7 PQ čvorova. Čvor 9 je PV sa opterećenjem. Podaci za proizvodni podsistem dati su u Tabeli 1, za opterećenje u Tabeli 2, a za prenosni podsistem u Tabeli 3. Pretpostavljeno je da se elektrane (priključene na PV čvorove) sastoje od određenog broja identičnih jedinica.

Tabela 1. Proizvodni podsistem

Čvor	1	3	9
Snaga jedinice (MW)	40	60	40
Broj jedinica	4	3	2
Neraspoloživost jedinice	0.015	0.005	0.017
λ (otkaza/god)	1.1	0.5	1.2
μ (opravki/god)	73	100	68

Tabela 2. Opterećenja

Čvor	2	4	5	6	7	8	9	10
P(MW)	60	70	60	80	40	40	30	20
Lmax	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Lmin	0.4	0.5	0.4	0.6	0.4	0.55	0.5	0.4

Tabela 3. Prenosni podsistem

Br.	Od	Do	r (r.j.)	x (r.j.)	b (r.j.)	λ	μ	I_{max} (r.j.)
1	1	4	0.0342	0.1821	0.0106	3	1600	0.71
2	1	2	0.0876	0.5667	0.0103	2	1255	0.69
3	1	4	0.0342	0.1821	0.0106	3	1600	0.71
4	2	3	0.0228	0.1811	0.0071	1	870	0.73
5	2	5	0.1141	0.6166	0.0352	1	875	0.68
6	3	5	0.054	0.2222	0.0246	2	650	0.73
7	3	6	0.047	0.1979	0.0219	6	1226	0.75
8	4	7	0.0228	0.1298	0.0071	5	833	0.66
9	5	8	0.057	0.1739	0.0173	4	850	0.55
10	6	8	0.0342	0.12	0.0071	4	872	0.60
11	6	9	0.1229	0.2558	0.0098	2	1340	0.71
12	8	10	0.0912	0.48	0.0252	1	870	0.55
13	4	5	0.0123	0.6543	0.0156	2	650	0.71

Pri dodavanju novih jedinica, dodaju se dve identične jedinice, sa podacima identičnim onima za elektranu u čvoru 9. U proračunu su razmatrani isključivo jednostruki ispadi vodova (N-1 princip). Bitno je napomenuti da se računaju i tokovi snaga, koji imaju znatan uticaj na raspoloživost komponenti EES-a (uvažava se i preopterećenje vodova). Rezultati za osnovno stanje sistema, dato na Slici 3, prikazani su u Tabeli 4.

Tabela 4. Pokazatelji pouzdanosti za osnovno stanje

Čvor	Verovatnoća otkaza	Učestanost otkaza
2	0.07592892	18.70851718
4	0.02423655	5.11156324
5	0.01987309	5.68283417
6	0.09245332	12.54286728
7	0.04215048	10.45064724
8	0.10562069	13.89718903
9	0.01640825	2.53631341
10	0.11959804	14.58830488

Može se primetiti da je verovatnoća otkaza najveća za čvor 10, dok je učestanost otkaza najveća za čvor 2. To je posledica konfiguracije EES-a. Čvor 9 ima najmanju verovatnoću i učestanost otkaza, što je posledica toga da se u tom čvoru nalaze dve proizvodne jedinice.

Kada se u čvor 9 dodaju dve identične jedinice, dobijaju se pokazatelji pouzdanosti dati u Tabeli 5.

Tabela 5. Pokazatelji nakon dodavanja jedinica u čvor 9

Čvor	Verovatnoća otkaza	Učestanost otkaza
2	0.18912985	28.13954920
4	0.05433245	10.98107237
5	0.19598795	23.73209414
6	0.38108408	41.97641968
7	0.06449251	14.51723629
8	0.35162529	39.59610385
9	0.03729688	5.99759553
10	0.30150146	33.94311571

Iz rezultata datih u Tabeli 5 vidi se da dolazi do povećanja verovatnoće i učestanosti otkaza na svim potrošačkim čvorovima. Ovo je posledica toga što su proizvodne jedinice dodate u postojeću elektranu, a da pri tom nije proširen (ojačan) prenosni sistem. Ovaj problem ima dva moguća rešenja: proširenje prenosnog podsistema ili izbor alternativne lokacije za priključenje proizvodnih jedinica. U Tabelama 6 i 7 su date verovatnoće i učestanosti otkaza na potrošačkim čvorovima, ako se dve jedinice dodaju u čvorove 4 i 7, respektivno.

Tabela 6. Pokazatelji nakon dodavanja jedinica u čvor 4

Čvor	Verovatnoća otkaza	Učestanost otkaza
2	0.06363187	16.60547375
4	0.02174135	3.48522018
5	0.04411789	8.03606208
6	0.09206871	12.41904857
7	0.10145013	28.04226598
8	0.10071942	13.39852986
9	0.02174121	3.48497600
10	0.11613232	14.54005683

Verovatnoća i učestanost otkaza na potrošačkom čvoru su dobijeni korišćenjem namenski napisanog programa. Važno je napomenuti da bi se korišćenjem drugih programa verovatno dobili nešto drugačiji rezultati, što je posledica razlika u pristupu analizi datog problema.

Tabela 7. Pokazatelji pouzdanosti nakon dodavanja jedinica u čvor 7

Čvor	Verovatnoća otkaza	Učestanost otkaza
2	0.04753401	14.50575650
4	0.02364616	3.80057409
5	0.04378367	7.96840808
6	0.09136631	12.32572489
7	0.02164695	3.47081629
8	0.09996431	13.34089264
9	0.02124961	3.37853586
10	0.11557577	14.49568121

8. ZAKLJUČAK

Iz datog test primera se može videti kako različite lokacije proizvodnih jedinica utiču na pokazatelje pouzdanosti na potrošačkim čvorovima. Pri tome su parametri i konfiguracija prenosnog sistema, kao i opterećenja na potrošačkim čvorovima ostali nepromenjeni, tako da su sve promene u vrednostima verovatnoće i učestanosti otkaza na potrošačkim čvorovima isključivo posledica različitih lokacija na koje su proizvodne jedinice povezane. Lokacija proizvodne jedinice nije jedini faktor koji utiče na pokazatelje pouzdanosti. Naprotiv, na pokazatelje pouzdanosti utiče mnoštvo faktora, kao što su snage opterećenja i raspoloživost proizvodnih jedinica (i njihovi parametri), parametri raspoloživih prenosnih kapaciteta, kao i njihova konfiguracija, odnosno povezanost potrošačkog čvora sa ostatkom EES-a. Naime, EES može imati adekvatnu rezervu proizvodnih kapaciteta, ali ako je prenosna mreža neadekvatna, pa često dolazi do preopterećenja vodova i njihovih ispada, verovatnoća i učestanost otkaza na potrošačkim čvorovima će biti veća nego u slučaju EES-a sa manjom rezervom proizvodnje i adekvatnom prenosnom mrežom. U principu, za dobro stanje EES-a, tj. zadovoljavajuće vrednosti pokazatelja pouzdanosti, podjednako su bitni i proizvodni i prenosni podsistemi.

9 LITERATURA

- [1] R. Billinton, R. N. Allan, *Reliability Evaluation of Power Systems, 2nd Edition*, Plenum Press, New York, 1996.
- [2] W. Li, *Risk Assessment of Power Systems: Models, Methods, and Applications*, IEEE Press and Wiley-InterScience, Piscataway, 2005.
- [3] M. Rausand, A. Høyland, *System Reliability Theory: Models, Statistical Methods, and Applications, 2nd Edition*, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, 2008.
- [4] N. Mijatović, *Planiranje proširenja proizvodnog dela elektroenergetskog sistema primenom pokazatelja pouzdanosti*, Bachelor rad, FTN, Novi Sad, 2012.
- [5] W. Li, *Probabilistic Transmission System Planning*, IEEE Press, Piscataway, 2011.

Kratka biografija:



Nikola Mijatović rođen je u Novom Sadu 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – smer Elektroenergetski sistemi odbranio je 2014. godine.

ANALIZA NAPONSKE STABILNOSTI PRIMENOM METODA KONTINUALNIH TOKOVA SNAGA**VOLTAGE STABILITY ANALYSIS USING THE CONTINUATION POWER FLOW METHOD**

Dejan Grujić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je analizirana naponska stabilnost primenom metoda kontinualnih tokova snaga. Date su osnovne relacije i objašnjena analiza pomoću p_v i q_v krivih. U programskom jeziku C++ razvijena je funkcija za proračun naponske stabilnosti, i na osnovu primera jednostavne test prenosne mreže izvršena je analiza rezultata PV i QV krive na nekoliko test primera.

Abstract – This paper gives an analysis of voltage stability in power system using the continuation power flow method. Basic equations and methodology as well as p_v and q_v curves are presented in this paper. The function for calculation of voltage stability is implemented in C++. For the verification of the calculation, the simple test power network is used. Analysis of the results for PV and QV curves is done on several test examples.

Ključne reči: Naponska stabilnost, Tokovi snaga, PV krive, QV krive.

1. UVOD

Stabilnost napona motivisana je pojavom uslova prenosa različitih nivoa snage između različitih podsistema ili delova istog elektroenergetskog sistema (EES). Upravljanje EES-ima je postalo složenije nego ranije, zato što današnji sistemi često rade u blizini granica sigurnosti i stabilnosti. U EES-u se pojavljuje problem preopterećenosti pojedinih delova mreže usled velikog opterećenja prenosnih vodova kojeg zahtevaju potrošači. U ovom slučaju reč je o statičkom problemu koji se može rešiti primenom programa za proračun tokova snaga. S druge strane, problemi nastaju pri ispadu pojedinih elemenata EES-a, poput visokoopterećenih dalekovoda, velikih potrošača ili proizvodnih jedinica. Ovde je reč o dinamičkom ponašanju, odnosno o dinamičkim procesima u EES-u. U oba slučaja, važno je zadovoljiti N-1 princip sigurnosti. Sigurnost prenosnog sistema je jedan od glavnih zahteva koji se postavlja pred preduzeća za prenos električne energije [1]. Nemogućnost prenosne mreže da zadovolji potrebe za reaktivnom energijom u pojedinim čvorovima, može dovesti do velikog pada napona u tim čvorovima, ili čak kolapsa napona.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz diplomskog master rada čiji je mentor dr. Andrija Sarić, vanr.prof.

2. TOKOVI SNAGA U STACIONARNOM STANJU

Proračuni tokova snaga po granama elektroenergetске mreže i određivanje naponskih prilika u čvorovima mreže, odnosno proračuni stacionarnih stanja EES-a, su istovremeno polazni i bazični proračuni u analizi na koje se naslanjaju mnogi drugi proračuni, pre svih, oni koji su vezani za eksploataciju, upravljanje i planiranje EES-a, pa samim tim i proračun naponske stabilnosti [2].

Prvi korak proračuna tokova snaga predstavlja određivanje napona (moduli i fazni stavovi) svih čvorova mreže, za koju su poznati konfiguracija i parametri [3]. Nakon što se odrede vrednosti napona pristupa se određivanju snaga injektiranja koje nisu unapred poznate. Kada se odrede i snage injektiranja kaže se da je određeno stanje mreže (fazori napona svih čvorova). Tek nakon toga se pristupa proračunima tokova snaga po granama i određivanju gubitaka (aktivnih i reaktivnih) po granama i sumarno za celu mrežu koja se analizira. Prilikom proračuna napona i tokova snaga pretpostavlja se da je analizirana trofazna mreža uravnotežena, tako da se može ekvivalentirati monofaznom ekvivalentnom šemom direktnog redosleda, pri čemu su parametri sistema predstavljeni najčešće u admitantnoj formi. Gauss-ov metod je prvi numerički metod koji se koristio za proračun kompleksnih jednačina tokova snaga. Njega su zamenili Gauss-Seidel-ov metod, Newton-ov metod, raspregnuti Newton-ov metod i drugi. Svaki od ovih razvoja je poboljšao konvergenciju i smanjio vreme neophodno za dobijanje rešenja.

3. NAPONSKA STABILNOST

U opštem smislu, naponska stabilnost je definisana kao sposobnost EES-a da održi stabilan napon u svim čvorovima, nakon što je izložen određenom poremećaju za date početne uslove. Može se analizirati ispitujući proizvodnju, prenos i potrošnju reaktivne snage.

Naponska stabilnost se može posmatrati sa stanovišta samo jednog čvora, ali isto tako i čitavog EES-a. Kao rezultat nestabilnosti, može da se pojavi veliki pad (ređe porast) napona u pojedinim čvorovima.

EES je naponski stabilan, ako je napon posle određenog poremećaja blizu nominalnog radnog napona. Sistem postaje naponski nestabilan kada napon nekontrolisano opada zbog ispada određenih elemenata (generatora, vodova, transformatora itd.), povećanja opterećenja, smanjenja proizvodnje ili slabljenja napona [4].

Naponska stabilnost se još i zove *stabilnost opterećenja*. Glavni faktor koji izaziva naponsku nestabilnost je

nemogućnost EES-a da ispuni zahteve potrošača za reaktivnom snagom u veoma opterećenim radnim režimima. Problem naponske stabilnosti odnosi se na analizu interakcije reaktivnih snaga i naponskih prilika (Q-V interakcija). Drugi faktori koji utiču na stabilnost napona su granice reaktivne snage generatora, karakteristike opterećenja, karakteristike uređaja za kompenzaciju reaktivne energije i uređaji za regulaciju napona. Karakteristike prenosnih vodova, transformatora i opterećenja ograničavaju prenos reaktivne snage u EES-u. Zbog prenosa reaktivne snage na velike udaljenosti, gubici su veliki, pa se zahteva da se reaktivna snaga koja se koristi za regulaciju napona proizvodi i troši na lokacijama koje su što bliže mestima njene potrošnje. U EES-u ne zahteva se striktno održavanje napona svih čvorova na tačno propisanim vrednostima, već se dozvoljava tolerantni opseg promena. Taj opseg promena je širi za prenosne, a uži za distributivne mreže.

U svrhu analize naponske stabilnosti, pogodno je izvršiti podelu u četiri grupe: 1) naponska stabilnost usled velikih poremećaja, 2) naponska stabilnost usled malih poremećaja, 3) kratkoročna naponska stabilnost, i 4) dugoročna naponska stabilnost [5].

Naponska stabilnost usled velikih poremećaja podrazumeva sposobnost sistema da i posle teških poremećaja (kratki spojevi, ispadi generatora, transformatora i prenosnih vodova) održava napon svih čvorova EES-a u prihvatljivim granicama.

Naponska stabilnost usled malih poremećaja podrazumeva sposobnost sistema da i posle malih poremećaja (promene opterećenja EES-a) održava napon u svim čvorovima na prihvatljivom nivou.

Kratkoročna naponska stabilnost uvažava dinamiku komponenti, kao što su asinhroni motori, elektronski kontrolisana opterećenja i HVDC (*high-voltage direct current*) konverteri.

Dugoročna naponska stabilnost uvažava sporiju opremu, kao što su regulacioni transformatori, termostatički regulatori opterećenja i regulator pobude.

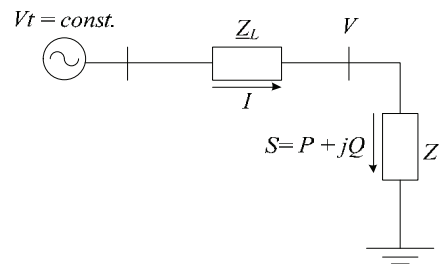
Naponski kolaps je proces u kome niz događaja praćenih naponskom nestabilnošću dovodi do pojave neprihvatljivo niskog napona u velikom delu EES-a. Naponska nestabilnost nastaje kada EES nije u stanju da proizvodnjom reaktivne snage održi definisani nivo napona i ravnotežu u bilansu reaktivnih snaga u nekim čvorovima, ili u delu EES-a. Naponski kolaps se može manifestovati na više načina.

4. NAPONSKA STABILNOST JEDNOSTAVNOG PRENOSNOG SISTEMA

Osnovna teorija naponske stabilnosti zasniva se na proučavanju jednostavnog prenosnog sistema prikazanog na Slici 1, koji može da se reprezentuje mrežom sa dva para krajeva, tj. dipolom.

Primer jednostavnog prenosnog sistema se sastoji od konstantnog izvora napona V_s , koji napaja pasivno opterećenje, impedanse $Z = Z/\varphi$ preko linearnog aktivnog dipola impedanse $Z_L = Z_L/\beta$.

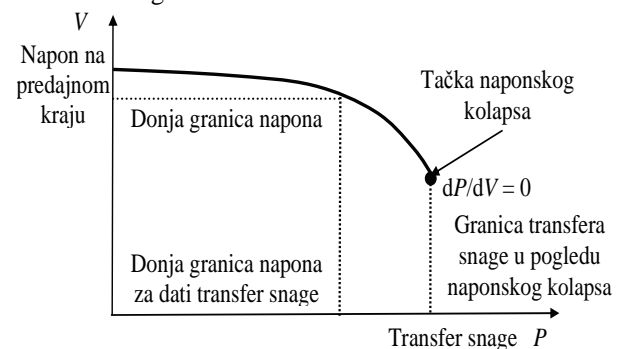
Problem se sastoji u optimizaciji pasivnog opterećenja Z , tako da se aktivna snaga koja se isporučuje potrošaču iz linearnog aktivnog dipola maksimizuje [6].



Slika 1. Šema jednostavnog prenosnog sistema

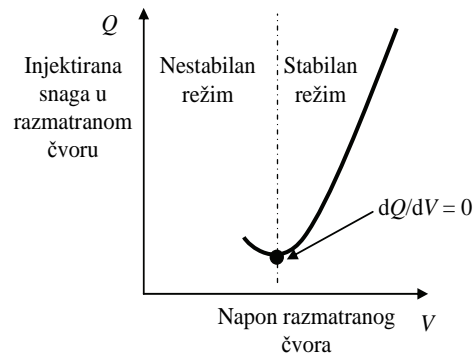
Na predajnom kraju za mrežu sa Slike 1 može se nacrtati PV kriva, prikazana na Slici 2, koja prikazuje zavisnost promene napona u zavisnosti od povećanja transfera aktivne snage između predajnog i prijemnog dela. Snaga transfera P i napon na predajnom kraju V zavise od napona na prijemnom (izvornom) kraju V_s , impedanse prenosnog voda $Z_L = Z_L/\beta$ i impedanse opterećenja $Z = Z/\varphi$. PV kriva daje vrednost donje granice napona za dati transfer snage V^{\min} i granicu transfera snage u pogledu naponskog kolapsa P^{\max} , koja se dobija u tački u kojoj izvod dP/dV teži nuli ("knee point").

QV krive se takođe mogu koristiti za procenu naponske stabilnosti prenosnih sistema. One pokazuju osetljivost i varijacije napona određenog čvora uvažavajući injektiranje reaktivne snage.



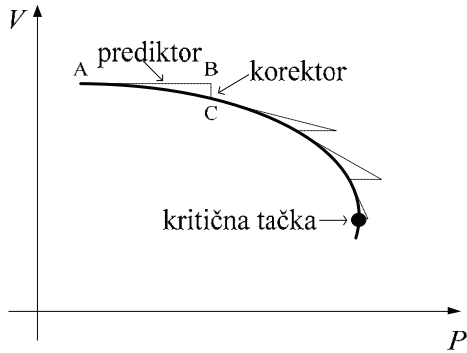
Slika 2. PV karakteristika za jednostavan prenosni sistem

QV krive se koriste da se odrede neophodno injektiranje reaktivne snage u čvoru, kako bi se postigao zahtevani napon u čvoru. Najniža tačka QV krive, gde je promena reaktivne snage na prijemnom kraju u zavisnosti od napona jednaka nuli $dQ/dV=0$ kao što se vidi na Slici 3, predstavlja granicu naponske stabilnosti V^{\min} . Najniža vrednost QV krive takođe određuje minimalni zahtev za reaktivnom snagom za stabilan rad Q^{\min} .



Slika 3. QV karakteristika za jednostavan prenosni sistem

Standardni tokovi snaga imaju problem sa matricom Jakobijana, koja postaje singularna na granici naponske stabilnosti. Granica naponske stabilnosti se takođe naziva kritičan napon, ili kritična tačka. Kontinualni tokovi snaga koriste iterativni prediktor-korektor metod da bi se estimiralo sledeće rešenje za specifični porast potrošnje. Prediktor korak počinje u tački A (Slika 4), čije rešenje je dobijeno na osnovu tangente trougla ABC. Korektor korak određuje rešenje tako što koristi kontinualne tokove snaga.



Slika 4. Prediktor-korektor metod

Da bi se koristili kontinualni tokovi snaga, potrebno je da se jednačine standardnih tokova snaga izmene, tako što se uključi parametar opterećenja λ . To se postiže tako što se potrošnja i proizvodnja u čvoru izražavaju u funkciji od λ . Prema tome, uopštena forma novih jednačina za svaki čvor glasi:

$$\Delta P_i = P_{Gi}(\lambda) - P_{Li}(\lambda) - P_{Ti} = 0 \quad (1)$$

$$\Delta Q_i = Q_{Gi}(\lambda) - Q_{Li}(\lambda) - Q_{Ti} = 0 \quad (2)$$

gde su:

$$P_{Ti} = \sum_{j=1}^n V_i V_j y_{ij} \cos(\delta_i - \delta_j - \gamma_{ij}) \quad (3)$$

$$Q_{Ti} = \sum_{j=1}^n V_i V_j y_{ij} \sin(\delta_i - \delta_j - \gamma_{ij}) \quad (4)$$

i $0 \leq \lambda \leq \lambda_{crit}$.

Za slučaj da je $\lambda=0$, jednačine (1) i (2) odgovaraju osnovnom slučaju tokova snaga, a $\lambda=\lambda_{crit}$ odgovara kritičnom slučaju. Indeksi L, G i T predstavljaju potrošnju, proizvodnju i injeckiranje u čvoru, respektivno. Napon čvora i je $V_i \angle \delta_i$, a $y_{ij} \angle \gamma_{ij}$ je (i,j)-ti element matrice admitanse $[Y_{BUS}]$. Da bi se simulirali različiti scenariji promene potrošnje, P_{Li} i Q_{Li} mogu da se modeluju kao:

$$P_{Li}(\lambda) = P_{Li0}[1 + \lambda K_{Li}] \quad (5)$$

$$Q_{Li}(\lambda) = P_{Li0} \tan(\psi_i)[1 + \lambda K_{Li}] \quad (6)$$

$$P_{Gi}(\lambda) = P_{Gi0}[1 + \lambda K_{Gi}] \quad (7)$$

gde su:

P_{Li} , Q_{Li} - aktivno i reaktivno opterećenje čvora i , respektivno.

K_{Li} - faktor odnosa promene potrošnje čvora i od promene λ .

Ψ_i - faktor snage potrošačkog čvora.

P_{Gi} - proizvodnja aktivne snage u čvoru i za bazni slučaj.

K_{Gi} - faktor odnosa promene proizvodnje čvora i od promene λ .

5. IMPLEMENTACIJA PRORAČUNA NAPONSKE STABILNOSTI

Za proračun naponske stabilnosti razvijena je funkcija naponska stabilnost (*Voltage Stability*) u programskom jeziku C++. Na osnovu jednostavne test prenosne mreže, koja se sastoji od *predajne* i *prijemne* oblasti, izvršena je PV i QV analiza za određene slučajeve.

PV analiza se sastoji od tri tipa proračuna. U prvom slučaju se iterativno povećava proizvodnja/potrošnja svih generatora/potrošača u *predajnoj/prijemnoj* oblasti za određenu vrednost aktivne snage, i prati se zavisnost napona u jasno definisanim čvorovima u zavisnosti od toka aktivne snage kroz visokonaponske vodove između *predajne* i *prijemne* oblasti.

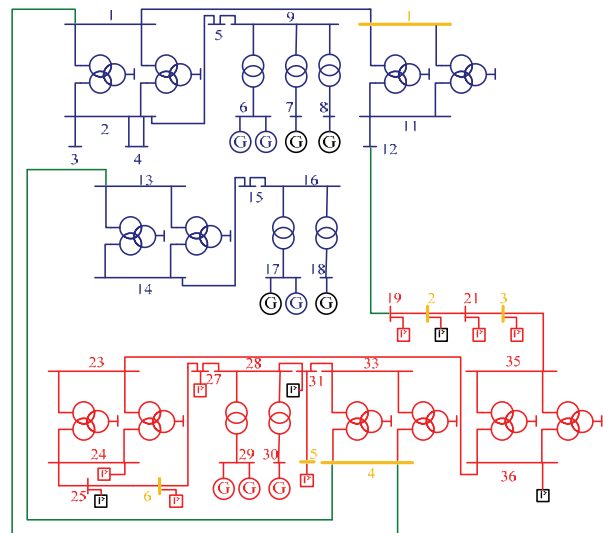
Drugi tip proračuna je usko povezan sa prvim, i jedina je razlika što se iterativno povećanje proizvodnje/potrošnje ne dešava u svim generatorima/potrošačima, nego samo u unapred određenim. Takođe se prati zavisnost napona u unapred definisanim čvorovima u zavisnosti od toka aktivne snage kroz visokonaponske vodove između *predajne* i *prijemne* oblasti.

Treći tip PV proračuna odnosi se na ceo EES. Posmatra se zavisnost čvora EES-a sa najmanjom vrednošću napona u tekućoj iteraciji od ukupne potrošnje svih potrošača.

QV analiza ima zadatak da prati zavisnost reaktivne snage jasno definisanog čvora od trenutne vrednosti napona datog čvora.

6. ANALIZA REZULTATA

Na osnovu jednostavne test prenosne mreže, prikazane na Slici 5, izvršena je analiza PV i QV proračuna i kao rezultat prikazane su PV i QV krive.

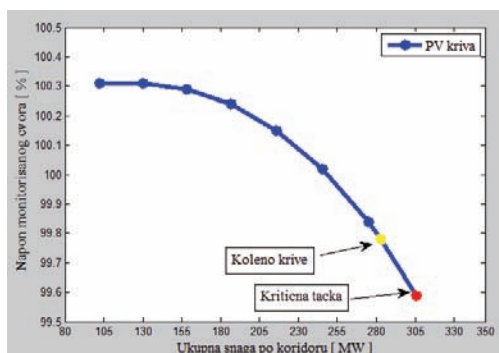


Legenda:

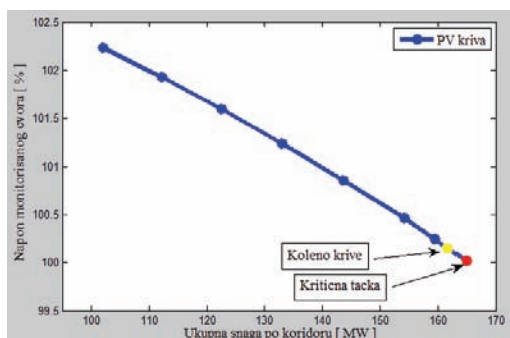
■ Prijemna oblast	■ Koridor	■ Specificirani generatori i potrošači
■ Predajna oblast	■ Monitorisani čvorovi	

Slika 5. Jednostavan test primer prenosne mreže

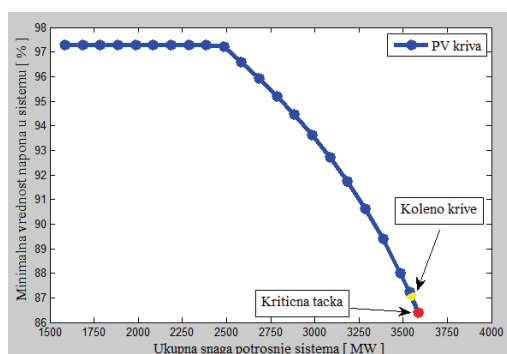
Rezultati proračuna prikazani su na Slikama 6-9.



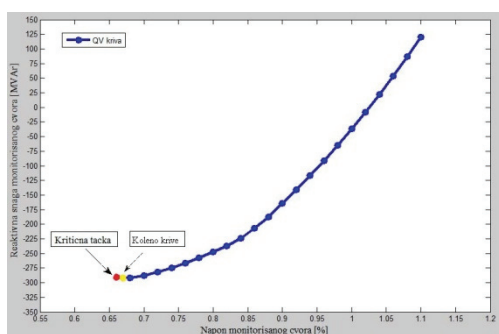
Slika 6. PV kriva za monitorisani čvor br. 3 za prvi tip proračuna



Slika 7. PV kriva za monitorisani čvor br.1 za drugi tip proračuna



Slika 8. PV kriva za ceo EES



Slika 9. QV kriva za čvor broj 3

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu detaljno je opisana naponska stabilnost EES-a, njena programska realizacija, kao i njena primena.

Naponska stabilnost je jedan od uslova za normalno funkcionisanje EES-a.

Može se zaključiti da je najčešći uzrok naponske nestabilnosti i sloma napona nedostatak reaktivne snage u EES-u, što predstavlja veliki problem za upravljanje mrežom, pošto je veoma važno da EES ima veliki prenosni kapacitet, kako bi se reaktivna energija mogla preneti iz udaljenih izvora do mesta gde je potrebna, odnosno do potrošača.

Izrada ovog rada doprinela je boljem razumevanju osnovnih koncepata naponske stabilnosti, kako u PV, tako i u QV analizi. Velika prednost programske realizacije funkcije naponska stabilnost (*Voltage Stability*) se ogleda u tome što omogućava dispečeru da u svakom trenutku bude upoznat sa stanjem naponske stabilnosti u EES-u i omogućava da unapred može da planira i optimizuje pogon EES-a. Realizovana funkcija može imati značajnu primenu u prenosnim mrežama EES-a.

8. LITERATURA

- [1] http://www.fer.unizg.hr/_download/repository/Stipe_Curlin_KDI.pdf
- [2] V.C. Strezoski, "*Analiza elektroenergetskih sistema II*", Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad
- [3] N. Rajaković, "*Analiza elektroenergetskih sistema II*", Elektrotehnički Fakultet, Akademska Misao, Beograd, 2008.
- [4] D.S. Popović, V.Vasić, Z. Gorečan, J. Dujić, "*Modelovanje u elektroenergetici*", DMS Grupa, Prosveta, Novi Sad, 2009.
- [5] V. Ajjarapu, "*Computational Techniques for Voltage Stability Assessment and Control*", Iowa State University Ames, Iowa, U.S.A., 2006.
- [6] M.S. Čalović, A.T. Sarić, "*Osnovi analize elektroenergetskih mreža i sistema*" Akademska misao i Tehnički fakultet u Čačku, Beograd, 2004.

Kratka biografija:



Dejan Grujić rođen je u Kutini 1990. godine. Fakultet Tehničkih nauka u Novom Sadu upisao je školske 2008/2009, smer Energetika, elektronika i telekomunikacije. Diplomirao je na osnovim studijama 2012. godine, smer Elektroenergetski sistemi. Master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva je odbranio 2014. godine.

RAZVOJ I TESTIRANJE POSTUPAKA ZA POBOLJŠANJE KVALITETA RTG SNIMAKA**DEVELOPMENT AND TESTING OF PROCEDURES FOR QUALITY IMPROVEMENT OF X-RAY IMAGES**Bojan Pištinjat, Željens Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratki sadržaj – U okviru ovoga rada razvijeni su i testirani postupci za poboljšanje kvaliteta RTG snimaka. Postupci se zasnivaju na HDR tehnikama za povećanje dinamičkog opsega vizuelnih sadržaja. Kao uzorak za razvoj i testiranje ovih postupaka, korišćeni su RTG snimci glave lošeg kvaliteta. Najveći broj snimaka bio je preeksponiran. Prilikom razvoja postupaka, cilj je bio poboljšanje globalnog i lokalnog kontrasta i isticanje detalja. Softver je realizovan u MATLAB programskom paketu.

Abstract – In this paper, procedures for quality improvement of X-ray images have been developed and tested. Given procedures are based on HDR techniques for increasing dynamic range of visual content. X-ray images of human head have been used as samples for developing and testing these procedures. Most of the used images were overexposed. Aim of the study was to achieve improvements of global and local contrast, as well as detail enhancement. The software tool has been implemented in the MATLAB software package.

Ključne reči: HDR tehnike, RTG snimci, proširenje dinamičkog opsega..

1. UVOD

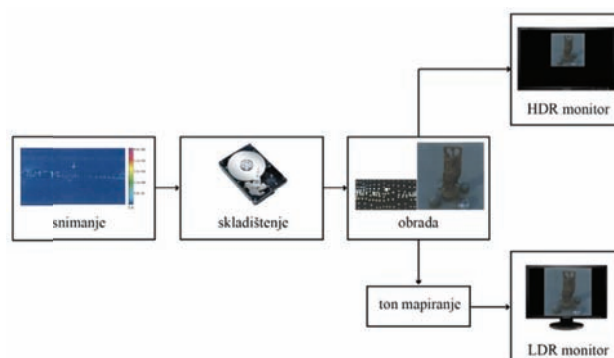
Adaptacijom oka čovek je sposoban da vidi sliku sa veoma širokim dinamičkim opsegom svetlosti, kao kod realnih scena. Da bi slika bila u potpunosti realna tj. da bi njen doživljaj bio isti kao i doživljaj realne scene u prirodi, potrebno je snimiti i prikazati mnogo veći dinamički opseg svetlosti nego što to uspevaju standardni fotoaparati, monitori i štampači [1]. HDR (*High Dynamic Range*) je zajednički naziv za skup tehnika za snimanje, skladištenje, prenos i prikazivanje slika sa širokim dinamičkim opsegom (slika 1).

Pošto je dinamički opseg današnjih aparata kojim vršimo snimanje mnogo manji od dinamičkog opsega kojim ljudsko oko doživljava svet oko sebe, nemoguće je na jednoj slici snimiti sve informacije o kompletnom dinamičkom opsegu posmatrane scene.

Te informacije mogu se dobiti snimanjem serije fotografija iste scene sa različitim vrednostima vremena ekspozicije, tako da svaka sadrži informacije o određenom delu dinamičkog opsega realne scene.

NAPOMENA:

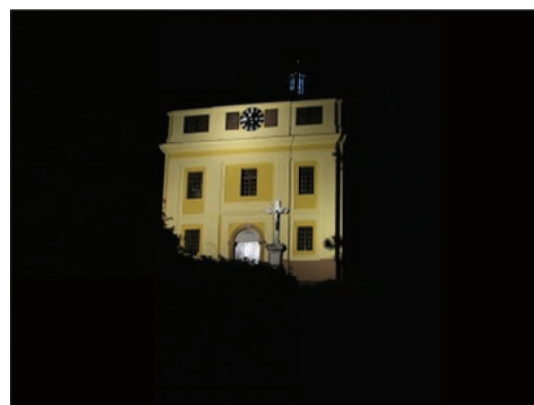
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Željens Trpovski, vanr. prof.



Slika 1. Faze generisanja i prikazivanja HDR sadržaja

HDR slika kreira se kombinovanjem informacija sadržanih u tim slikama kako bi se dobio originalan dinamički opseg realne scene koju smo snimali, pomoću softvera predviđenog za tu namenu.

Doprinos HDR tehnika realnosti prikaza slika lako se može uočiti na slikama 2, 3 i 4.



Slika 2. Poneksponirana slika



Slika 3. Preeksponirana slika



Slika 4. HDR slika dobijena kombinacijom prethodne dve

2. GENERISANJE HDR SADRŽAJA

Postoje četiri postupka za generisanje HDR sadržaja. Prvi, najčešće korišćen, jeste generisanje HDR sadržaja kombinovanjem većeg broja LDR slika sa različitim vrednostima vremenske ekspozicije, uz pomoć za to predviđenog softvera.

Drugi način, koji će verovatno u budućnosti postati lakše ostvariv, jeste direktno snimanje HDR sadržaja korišćenjem specijalizovanog hardvera.

Treći postupak, popularan u industrijama zabave, podrazumeva kreiranje HDR sadržaja iz virtualnog okruženja korišćenjem fizički orijentisanih rendera.

Poslednji četvrti postupak generisanja HDR sadržaja podrazumeva dobijanje HDR slike pomoću samo jedne LDR sa datom vrednošću ekspozicije korišćenjem softverske tehnologije za proširenje dinamičkog opsega LDR sadržaja.

Ovaj način je najdetaljnije objašnjen u okviru master rada kroz njegovu primenu na dentalnu medicinsku sliku. Osim toga, operator ton mapiranja najčešće mapira samo osvetljenost, dok boje ostaju neobrađene [1].

3. VIZUELIZACIJA HDR SADRŽAJA

Postoje dve metode za prikaz odnosno vizuelizaciju HDR sadržaja. Prva podrazumeva korišćenje tradicionalnih LDR displeja čiji dinamički opseg povećava softver koji vrši kompresiju osvetljenja HDR sadržaja kako bi mogao da se prikaže u opsegu LDR monitora. Drugi metod jeste prikazivanje HDR sadržaja direktno na HDR monitorima, bez ikakve prethodne obrade.

Većina displeja koji su danas dostupni korisnicima ne mogu izvorno da prikazuju HDR sadržaj. Obični monitori/displeji imaju jako mali kontrast, samo oko 200:1. U poslednje dve decenije naučnici su ulagali mnogo vremena i truda u cilju da komprimuju opseg HDR slika i video snimaka kako bi se oni što „prirodnije“ mogli prikazivati na LDR displejima.

Ton mapiranje je operacija koja vrši prilagođavanje dinamičkog opsega HDR sadržaja da odgovara užem dinamičkom opsegu koji ima dati displej. Ovo suženje opsega ima za cilj da zadrži neke od karakteristika originalnog sadržaja kao što su lokalni i globalni kontrast, detalji itd.

Pored toga, doživljaj ton mapirane slike treba da se podudara sa doživljajem iste scene u stvarnom svetu. Ton

mapiranje vrši se upotrebom operatora f ili operatora ton mapiranja (TMO), koji je u opštem slučaju definisan kao:

$$f(I) : \mathbb{R}_i^{\omega \times h \times c} \rightarrow \mathbb{D}_o^{\omega \times h \times c}, \quad (1)$$

gde je I slika, a ω i h su respektivno širina i visina od I , c je broj kanala boje od I (uglavnom $c=3$ pošto se u većini slučajeva radi u RGB prostoru boja), $\mathbb{R}_i \subseteq \mathbb{R}$, $\mathbb{D}_o \subset \mathbb{R}_i$. $\mathbb{D}_o = [0,255]$ važi za normalne LDR monitore.

Operatori ton mapiranja (TMO) mogu se klasifikovati u različite grupe u zavisnosti od tehnike obrade slike koju koriste [1].

Dinamički opseg većine stvarnih scena prevazilazi mogućnosti trenutno dostupnih displeja za više redova veličina. HDR displeji koji mogu da reprodukuju scene sa velikim opsegom osvetljenja (preko 2.000 cd/m²) i kontrasta (10.000:1) potrebni su najpre za istraživanje vizuelnih performansi, kvaliteta slike ili doživljaja boja. Metoda pomoću koje svi do danas poznati sistemi za prirodan prikaz HDR sadržaja podrazumeva deljenje HDR sadržaja na dva dela. Prvi sadrži sloj detalja sa informacijama o boji, dok drugi deo sadrži informacije o osvetljenju.

4. OPERATORI PROŠIRENJA DINAMIČKOG OPSEGA

Suprotno od ton mapiranja, inverzno ton mapiranje, proširuje dinamički opseg LDR sadržaja u veliki dinamički opseg koji omogućava prikaz mnogo većeg procenta vrednosti koje može da razlikuje čovekovo čulo vida u realnom svetu.

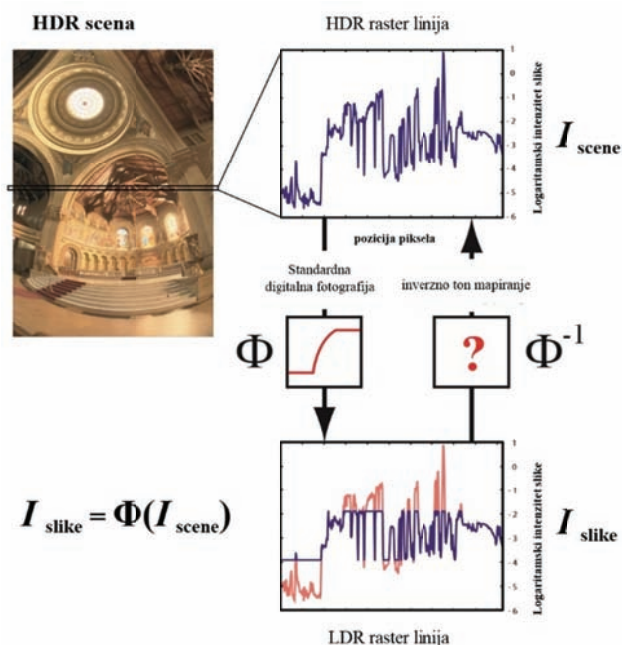
Većina današnjih vizuelnih sadržaja snimljena je u okviru malog dinamičkog opsega. Operatori proširenja dinamičkog opsega (EO, expansion operator eng.) pokušavaju da ožive ove sadržaje i omoguće njihov prikaz na ekranima sa velikim dinamičkim opsegom osvetljenja, kao i da omoguće ekstrahovanje informacija o izvorima svetlosti sa slike.

Cilj operatora proširenja dinamičkog opsega jeste da predstave LDR sadržaje kao da su snimljeni korišćenjem HDR tehnika, bez uvođenja primetnih artefakata. U idealnom slučaju primena operatora proširenja dinamičkog opsega na sliku bi rezultovala tačnom rekonstrukcijom vrednosti osvetljenja originalne scene u realnom svetu.

Međutim, kako se može videti na slici 5. LDR sadržaj ne sadrži sve informacije koje sadrži realna scena, ili ekvivalentan HDR sadržaj. Te informacije su u velikom broju slučajeva nepovratno izgubljene usled nepoznate nelinearnosti, nastale zbog npr. šuma na senzoru, odsjaja na sočivu, a najčešći problem jeste zasićenje senzora u kom slučaju se sve velike vrednosti intenziteta osvetljenja odsecaju na istu konstantnu vrednost. Operatori proširenja dinamičkog opsega treba da rekonstruišu informacije koje nedostaju, ili da na neki način, korekcijom kontrasta, istaknu detalje bez narušavanja sadržaja.

Operator proširenja dinamičkog opsega je u opštem slučaju definisan operator koji se primenjuje na kompletnu LDR sliku kao:

$$g(I) = \mathbb{D}_i^{\omega \times h \times c} \rightarrow \mathbb{D}_o^{\omega \times h \times c}, \quad (2)$$



Slika 5. Problem operatora proširenja dinamičkog opsega

gde je $\mathbb{D}_i \subset \mathbb{D}_o$, ω je širina slike I , h njena visina, c broj kanala boje slike I i \mathbb{D}_i je LDR domen. U slučaju slika sa 8-bitnom preciznošću $\mathbb{D}_i \subset [0, 255]$, a \mathbb{D}_o je HDR domen. U slučaju pokretnog zarezsa sa jednom preciznošću $\mathbb{D}_o = [0, 3.4 \cdot 10^{38}] \subset \mathbb{R}$. Primena operatora proširenja dinamičkog opsega podrazumeva rekonstrukciju HDR sadržaja.

5. REZULTATI

U okviru praktičnog dela ovoga master rada korišćene su gore opisane HDR tehnike, sa ciljem poboljšanja kvaliteta neuspelih rendgenskih snimaka glave. HDR tehnike se mogu primenjivati svuda gde nije moguće snimiti kompletan opseg određene funkcije odjednom, ili ga uopšte nije moguće snimiti u celosti. Na taj način, HDR tehnike se mogu primeniti i na medicinsku sliku.

Kod medicinske slike, glavni cilj jeste da se dobiju adekvatni rezultati, a da se pri tome pacijent što manje ozrači. Do grešaka dolazi u slučaju kada medicinski tehničar koji vrši snimanje unese pogrešne kondicije, pa slika bude pre tamna ili presvetla. Kondicije koje je potrebno uneti pre svakog snimanja zavise od raznih faktora, kao što su starost, težina, pol, gustina kostiju i tkiva itd., pa se greške nekada dešavaju čak i iskusnim medicinskim radnicima. U takvom slučaju, vrši se ponovno snimanje pacijenta.

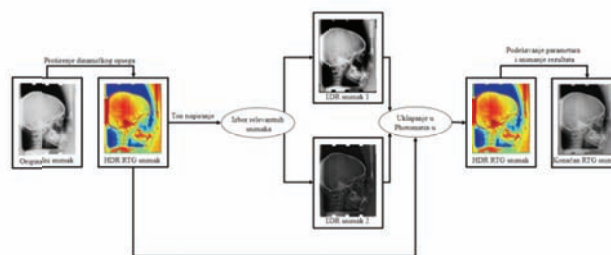
Kako su HDR tehnike prevashodno namenjene za standardne fotografije i video sadržaj, potrebno je napraviti analogiju između kondicija koje se zadaju prilikom rendgenskog snimanja pacijenata, i opcija ekspozicije (vreme ekspozicije i otvor blende) na foto aparatu prilikom snimanja standardnih fotografija. S obzirom da je analogija očigledna: količina svetlosti koja se propusti kroz objekt analogna je količini energije x-zraka kojima se vrši snimanje pacijenta, glavni problem se javlja prilikom povezivanja konkretnih vrednosti ovih parametara. To je urađeno empirijskim putem tako što su slikama sa poznatom vrednošću energije x-zraka u eV, dodeljivane

razne vrednosti ekspozicije, a zatim biran najbolji rezultat.

U okviru ovoga rada prikazani su najbolji rezultati dobijeni nad četiri neuspela RTG snimka odabrana iz većeg skupa snimaka, kao i postupci koji su primenjeni za dobijanje datih rezultata. Primenjeni postupak, prikazan na slici 6., podrazumeva da se na originalni RTG snimak prvo primeni operator proširenja dinamičkog opsega, i time proširi dinamički opseg osvetljenja snimka na zadati nivo, namenjen nekom HDR monitoru.

Zatim se na dobijeni RTG snimak velikog dinamičkog opsega (HDR RTG) primenjuje operator ton mapiranja kako bi se dobijeni rezultat prikazao na standardnom displeju.

Prilikom pomenutog postupka neke karakteristike RTG snimka na koje su lekari uglavnom navikli se mogu poremetiti. Iz tog razloga neophodno je dobijene rezultate prilagoditi tako da izgledaju prirodno, a da pri tome zadrže informacije dobijene prethodnim postupkom. Postoji više načina da se to postigne, od kojih je najbolje rezultate dalo sklapanje dobijenog snimka sa originalnim u okviru programa Photomatix (fusion).



Slika 6. Kompletan proces primenjen za dobijanje konačnih rezultata

Kako u okviru trenutno aktuelne verzije Matlab HDR Toolbox-a postoji 11 implementiranih operatora proširenja dinamičkog opsega i 24 operatora ton mapiranja, moguće je dobiti 264 različita rezultata koja se mogu prikazati na standardnim monitorima korišćenjem kombinacija ovih operatora. Kada se uzme u obzir da većina metoda ima podesive parametre, broj mogućih rezultata naglo raste. Pored toga postupak koji se primenjuje nakon toga takođe ima velikog uticaja na konačan rezultat, što dodatno otežava diskretizovanje problema. Svaki od operatora ima svoje pozitivne i negativne karakteristike, tako da je za dobijanje preciznijih rezultata potrebno sprovesti izuzetno detaljne studije kako bi se utvrdilo koja kombinacija operatora najbolje rešava neki problem ili nedostatak koji može da se javi na originalnim slikama malog dinamičkog opsega.

Prvi korak ovoga postupka, primena operatora proširenja dinamičkog opsega, je suštinski najvažniji korak, jer se tom prilikom generišu informacije koje prethodno nisu postojale. Prilikom širenja dinamičkog opsega osvetljenja slike, operatori na mestima gde veruju da je funkcija osvetljenja bila odsečena usled tehničkih ograničenja uređaja, pokušavaju da pretpostave oblik odsečenog dela funkcije, na osnovu postojećih informacija.

Kako je rezultat poslednjeg koraka izuzetno veliki broj slika, bilo je neophodno izvršiti selekciju rezultata. Na prvi pogled je moguće ustanoviti da veći deo rezultata

nije dao adekvatne rezultate. Ostatak slika, koji se na prvi pogled čini da u nekom delu može sadržati više informacija od originalnog snimka, prosleđen je doktoru medicine na detaljniju analizu. Analizom dobijenih rezultata doktor medicine odabrao je najbolji rezultat za svaki od četiri originalna snimka.

Na slikama 7. i 8. prikazan je jedan od četiri korišćena originalna RTG snimka i odgovarajući poboljšan RTG snimak.



Slika 7. Jedan od originalnih snimaka



Slika 8. Odgovarajući poboljšan RTG snimak

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata može se utvrditi da je korišćenjem ovoga postupka moguće popraviti neke neuspele RTG snimke ili RTG snimke lošeg kvaliteta. Postoji veći broj kombinacija operatora proširenja dinamičkog opsega i operatora ton mapiranja koji unose poboljšanja na RTG snimke.

U tri od četiri slučaja na kraju drugog koraka odabrani su rezultati dobijeni korišćenjem Meylan-ovog operatora proširenja dinamičkog opsega i Ward-ovog operatora ton mapiranja, koji vrši podešavanja histograma. Kako je jedini snimak za koji ovaj postupak nije dao najbolji rezultat ujedno i globalno najtamniji od sva četiri originalna snimka, može se izvući zaključak da ova kombinacija operatora u opštem slučaju daje najbolje rezultate u slučaju preekspoziranih slika.

Iako je po specifikacijama Banterleov operator proširenja dinamičkog opsega zasnovan na mapama proširenja predviđen da daje dobre rezultate baš sa preekspoziranim slikama i generalno najbolje ocenjen operator po toj karakteristici, na RTG snimcima najbolje se pokazao Meylan-ov klasifikacioni operator.

Očigledno je da se najbolji rezultati nad RTG snimcima mogu postići kada se odvojeno obrađuju visoko i nisko-frekvencijski delovi slike.

Za sliku sa najmanjom količinom svetlosti od svih originala, koja je ipak u globalu presvetla, najbolji rezultat dala je kombinacija Banterle-ovog operatora proširenja dinamičkog opsega sa Durand-ovim operatorom ton mapiranja.

7. LITERATURA

[1] F. Banterle, A. Artusi, K. Debattista and A. Chalmers, Advanced High Dynamic Range Imaging - Theory and Practice, Natick, Massachusetts: A K Peters, Ltd., 2011.

Kratka biografija:



Bojan Pištinjat rođen je u Zrenjaninu 1985. god. Master rad odbranio je 2014. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Obrada signala



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

PROCJENA STANJA I PREDLOG SANACIJE KOMPRESORSKE STANICE U FABRICI NOVKABEL U NOVOM SADU**ASSESSMENT AND PROPOSAL FOR REPAIR OF THE COMPRESSOR STATION IN THE "NOVKABEL" NOVI SAD**

Nikola Čalasan, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su prikazani defekti i oštećenja koji su registrovani prilikom vizuelnog pregleda objekta. Na osnovu analize uočenih oštećenja, data je ocjena postojećeg stanja objekta.

U drugom dijelu rada dat je projekat sanacije objekta.

Abstract – The study reports on the defects and damage, identified during a visual inspection of the facility. Based on the analyses of identified damage, assessment of the existing facility has been made. The second part of the study deals with the project of facility repair.

Ključne riječi: oštećenja, sanacija, ojačanje, materijali za sanaciju, kranske grede

1. UVOD

Rad se sastoji iz dvije međusobno nezavisne cjeline. Prvi dio rada predstavlja teorijsko-istraživački dio sa temom "Specifičnost proračuna kranskih greda", a drugi je vezan za praktični dio tj. za procjenu stanja i sanaciju Kompresorske stanice u okviru "Novkabel"-a u Novom Sadu.

2. SPECIFIČNOST PRORAČUNA KRANSKIH GREDA**Uvod**

Kranski nosači – kranske staze ili nosači dizalica (eng. Crane runway girders) su nezaobilazan konstrukcijski element u industrijskim postrojenjima u kojima se nalaze mosni kranovi. Postavljaju se neposredno ispod šina i služe kao noseća konstrukcija po kojoj se kreće kran (dizalica), bez obzira da li se radi o zatvorenom (hali) ili otvorenom prostoru (npr. otvorena skladišta). Njihova osnovna uloga je da prihvate i prenesu na stubove objekta sva vertikalna opterećenja nastala od mosnih kranova. U ravni gornjeg pojasa kranskog nosača ugrađuje se spreg za prijem bočnih udara, kojim se prihvataju i prenose na stubove horizontalne sile prouzrokovane radom mosnog kрана.

2.1. Dejstva od kranova

Dejstva od kranova se klasifikuju kao promjenljiva, a mogu izazvati i incidentna opterećenja.

2.1.1 Promjenljiva dejstva od kranova

Normalna upotreba podrazumijeva tretman opterećenja kao promjenljivog po pitanju položaja i intenziteta.

NAPOMENA:

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

Ova dejstva uključuju gravitaciona (težine kрана i obješenog tereta), inercijalne podužne sile izazvane ubrzanjem ili usporanjem kрана (sile kočenja), sile bočnih udara.

Dinamički karakter opterećenja se obuhvata dinamičkim faktorima kojima se uvećavaju statička dejstva:

$$F_k = \varphi \times F$$

gdje je:

- F_k – proračunska vrijednost dejstva
- F – statička komponenta dejstva
- φ – dinamički koeficijent.

Saglasno domaćim standardima, dinamički koeficijent je zavisan od vrste kрана i režima rada, te od vrste konstruktivnog elementa.

2.1.2 Incidentna dejstva od kranova

Sudari kranova, udar kрана u graničnik, udar obješenog tereta u prepreku...

Ova opterećenja treba obuhvatiti proračunom ukoliko nisu preduzete odgovarajuće mjere zaštite.

2.2. Intenziteti opterećenja**2.2.1 Vertikalno opterećenje mosnim kranom**

Maksimalno opterećenje jedne strane: čekrk o kojem je obješen maksimalni teret je u krajnjem položaju bliže posmatranoj strani. Maksimalne sile ispod točkova kрана su $Q_{r,max}$, a sa Q_r^{max} su obilježene odgovarajuće sile na drugoj strani kрана.

Minimalno opterećenje jedne strane: neopterećen čekrk je u položaju maksimalno udaljenom od posmatrane strane. Minimalne sile su obeležene sa $Q_{r,min}$, a odgovarajuće na drugoj strani kрана sa Q_r^{min} .

2.2.2 Horizontalno opterećenje mosnim kranom:

Domaćim standardom se predviđa mogućnost djelovanja dvije vrste horizontalnog opterećenja: bočni udar i sile kočenja

Horizontalna opterećenja u poprečnom pravcu u odnosu na kransku stazu javljaju se uslijed: polaska i kočenja kolica (mačke), kosog podizanja tereta i nepravilnosti staze. Intenzitet horizontalnog poprečnog opterećenja H_b uzima se u intenzitetu od 1/10 maksimalnih vertikalnih pritisaka točkova, bez uvećanja dinamičkim faktorom. Opterećenje H_b djeluje na nivou gornje ivice šine, na

jednu ili drugu kransku stazu bez obzira na položaj kolica (mačke).

Horizontalna opterećenja u pravcu kranske staze javljaju se uslijed: polaska i kočenja mosta dizalice, kosog podizanja tereta i udara dizalice u odbojnice na krajevima kranske staze. Uticaj od polaska i kočenja dizalice uzima se u intenzitetu od 1/7 maksimalnih vertikalnih pritisaka točkova koji koče (pogonski točkovi), bez uvećanja uslijed dinamičkog uticaja. U obzir se uzimaju svi točkovi koji koče, a ako nema tačnih podataka o konstrukciji dizalice treba uzeti da koči najmanje svaki drugi točak. Ovo opterećenje H_k , koje se obično zove sila kočenja, djeluje u nivou gornje ivice šine u pravcu njenog pružanja.

2.2 Proračun kranskih greda

2.3.1 Proračun čeličnih kranskih greda

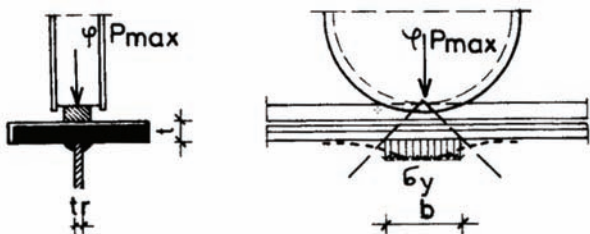
Osim opšte kontrole napona u kranskoj stazi i zavarenim šavovima potrebno je izvršiti i kontrolu pritisnutog pojasa (gornji pojas i kod sistema proste grede i kod sistema kontinualne grede, a donji pojas samo kod kontinualne grede) na bočno izvijanje prema SRPS U.E7.101/1986. Takođe je neophodno izvršiti kontrolu stabilnosti vertikalnog lima (rebra) kranske staze na izbočavanje prema SRPS U.E7.121/1986 ne zanemarujući pri tome uticaj lokalnog napona pritiska točka. Pošto je kranska staza dinamički opterećena konstrukcija, mora se voditi računa o uticaju konstrukcijskog oblikovanja na trajnu jačinu zamora. Iz ovog razloga se kod sistema proste grede ugrađuju "pas" pločice za vezu poprečnog ukrućenja sa donjom zategnutom nožicom, a kod kontinualnog nosača i sa gornjim pojasom.

Pri opštoj kontroli napona potrebno je provjeriti i napon uslijed lokalnog pritiska točka na gornjoj ivici rebra nosača dizalice (sl.1) :

$$\delta = \text{Error! Reference source not found.}$$

gdje je:

- φ koeficijent udara,
- P_{\max} maksimalni vertikalni pritisak točka,
- t_r debljina rebra kranske staze,
- b sadejstvujuća širina rebra kranske staze.



Slika 1: Raspodjela napona σ od lokalnog pritiska točka

2.3.1 Proračun betonskih kranskih greda

Prilikom dimenzionisanja betonske kranske grede neophodno je svakom presjeku obezbijediti dovoljno armature da on bude u stanju da primi najveći momenat koji ga ikad može zadesiti. Zbog toga se dimenzionisanje na momente savijanja vrši na osnovu poznatog postupka pokrivanja anvelope momenata savijanja.

-Za vrijednosti momenata savijanja u vertikalnoj ravni određuje se podužna armatura u donjoj zoni ako je kranski nosač sistema proste grede, odnosno u donjoj i gornjoj zoni ako je kranski nosač sistema kontinualne grede.

-Momente savijanja u horizontalnoj ravni pravi bočni udar H_b . Pošto je bočni udar alternativni uticaj (može da djeluje na jednu i na drugu stranu) podužna armatura na bočnim stranama koja je potrebna za prijem momenta koje on prouzrokuje postavlja se simetrično.

-Transverzalna sila u vertikalnoj ravni daje potrebu za uzengijama. Potrebu za uzengijama takođe daju i momenti torzije. Zato je neophodno obezbijediti napone zatezanja na zajedničko djelovanje smicanja i torzije.

-Transverzalna sila u horizontalnoj ravni daje potrebu za uzengijama, odnosno horizontalnim pravcima uzengija. Pošto je transverzalna sila u horizontalnoj ravni 10 puta manja od vertikalne transverzalne sile, nema potrebe kontrolisati potrebu za horizontalnim dijelovima uzengija.

- Pored uzengija, torzija će zahtijevati i podužnu armaturu i to postavljenu po obimu poprečnog presjeka ravnomjerno.

3. PROCJENA STANJA I SANACIJA KOMPRESORSKE STANICE U "NOVKABEL"-U

3.1 Uvod

Kompresorska stanica u okviru "Novkabel"-a izgrađena je u dvije etape. Prvobitno je 1967. godine napravljena jednobrodna hala da bi se 1981. godine izvršila dogradnja postojeće hale u jednom pravcu, dogradnjom još jednog trakta širine 7,30 metara. Postojeći i dograđeni prostori povezani su koridorom-komunikacijom osovinske širine 1,90 metara.(Sl.2)



Slika 2: Izgled južne fasade

Prvobitni objekat je izveden pretežno montažnim tipom gradnje. Montažni elementi izvedeni su od betona MB20. Samo su kalkanske grede izvedene na licu mjesta od betona MB 30. Svi spojevi su zaliveni betonom MB 20.

Pošto je prvobitni objekat izveden od montažnih prefabrikovanih armirano betonskih elemenata koji se konstruktivno nisu smjeli naknadno opterećivati, dogradnja objekta je izvršena tako da iako vizuelno povezana, konstruktivno ne izaziva naknadna opterećenja na postojećim elementima. Za konstruktivne elemente upotrebljen je armirani beton MB 20 i glatka armatura GA 240/360. Elementi su liveni na licu mjesta zbog nemogućnosti nabavke montažnih, ali su po dimenzijama i kvalitetu odgovarali postojećim. Krovna konstrukcija je

od "Durisol" krovnih ploča, dimenzija 80x375 cm, a debljine 10 cm.

3.2 Procjena stanja konstrukcije

Vidljivi defekti: Karakteristični defekti prikazani su na slici 3



Mala debljina zaštitnog sloja

Linijska segregacija

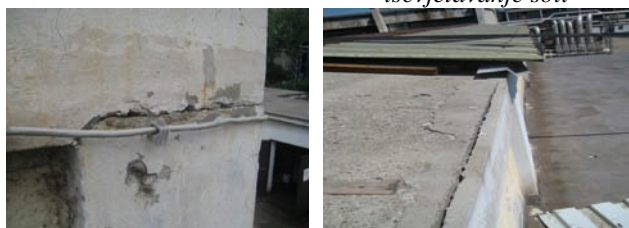
Slika 3: Vidljivi defekti

Vidljiva oštećenja: Karakteristična oštećenja prikazana su na slici 4



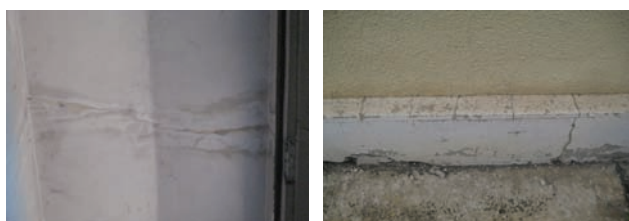
Mehanička oštećenja

Mrlje od vlage i iscvjetavanje soli



Pukotina na spoju

Odvaljivanje zaštitnog sloja



Pukotina na ploči nadvišenja

Prsline na potparapetnoj gredi

Slika 4: Karakteristična oštećenja

Vizuelnim pregledom objekta evidentno je da su najveća oštećenja elemenata nastala zbog izloženosti atmosferilijama.

Oštećena hidroizolacija tavanice, kao i nepostojanje dijela krovnog pokrivača, omogućili su prodor vode u tavanicu i grede. Uslijed toga došlo je do iscvjetavanja soli na AB elementima, pojave mrlja od vlage, kao i pukotina na pločama.

Na osnovu vizuelnog pregleda konstrukcije zaključak je da globalno gledano:

- Nosivost i stabilnost nisu ugroženi
- Funkcionalnost nije ugrožena
- Trajnost ugrožena zbog izloženosti atmosferilijama.

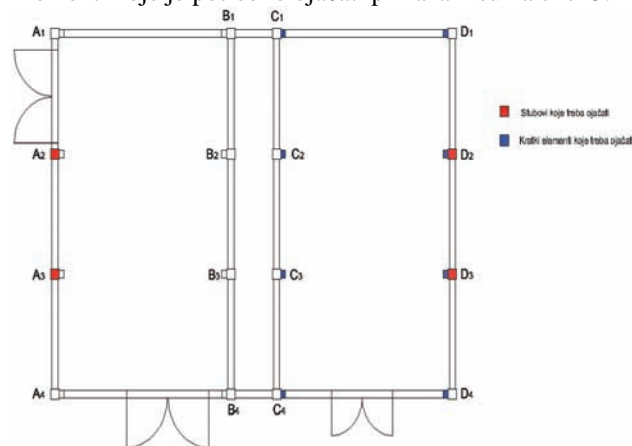
3.3 Kontrolni proračun nosivosti stubova

Kranovi koji su instalirani u kompresorskoj stanici su nosivosti 2 tone (20 KN). Projektnim zadatkom je predviđeno povećanje nosivosti kranova na 50 KN, pa je zato izvršen kontrolni proračun za povećanu nosivost elemenata konstrukcije. Proračunom je ustanovljeno da je potrebno izvršiti ojačavanje stubova A2, A3, D2 i D3 i svih betonskih kratkih elemenata.

Stubove je potrebno ojačati sa 2 šipke Ø 16 sa spoljašnje strane, a sa 3 šipke Ø 16 sa unutrašnje strane.

Betonski kratki elementi se ojačavaju povećanjem presjeka kratkog elementa postavljanjem podvlake od čeličnih elemenata.

Elementi koje je potrebno ojačati prikazani su na slici 5.



Slika 5: Osnova prizemlja sa obilježenim elementima kojima je potrebno ojačanje

3.4 Predlog i opis sanacionih radova

U ovom dijelu ukratko su opisani postupci sanacije oštećenja karakterističnih elemenata konstrukcije.

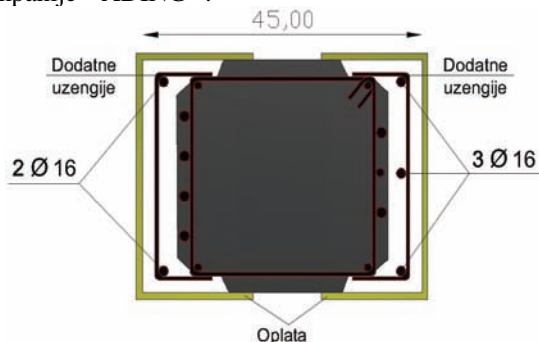
Projektom sanacije predviđeno je izvođenje nove tavanice. Za ponovno pokrivanje objekta izabrana je YTONG Bijela tavanica (slika 6).

YTONG Bijela tavanica je roštiljna lako-betonska konstrukcija. Debljine je 20cm i težine cca 200kg/m². Primjena sistema YTONG Bijele tavanice omogućava značajne prednosti u odnosu na klasične sisteme ploča. Tu se prije svega misli na znatno manju sopstvenu težinu konstrukcije u odnosu na klasične sisteme. Karakteristika ove konstrukcije je ta da se ona izvodi bez gornje betonske ploče, gdje nošenje opterećenja preuzimaju podužna i poprečna betonska rebra, kao i specijalni YTONG ispunski blokovi. Kao završni sloj preko gotove konstrukcije nanosi se smjesa sastavljena od 50% YTONG bijelog tankoslojnog maltera i 50% cementa pomiješana sa vodom.



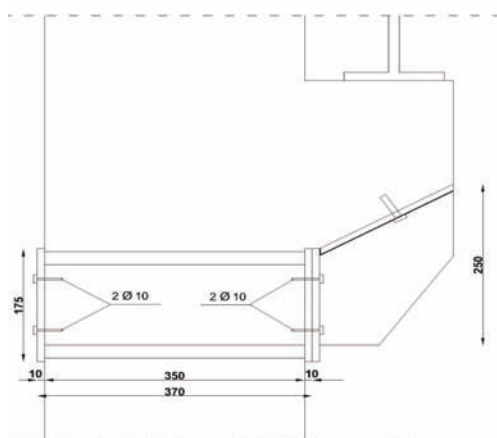
Slika 6: Pripremljena tavanica za betoniranje

Stubovi se ojačavaju postavljanjem dodatnih šipki armature. Dodatne uzengije [profila se vare za postojeće uzengije. Prethodno je potrebno pažljivo ošlicovati dio betona da bi se ogolile postojeće uzengije. Na slici 7 prikazan je stub u osi A pripremljen za betoniranje. Za betoniranje se koristi sitnozrni polimer modifikovani beton tečne konzistencije EKSMAL 4 iz palate proizvoda kompanije "ADING".



Slika 7: Stub pripremljen za betoniranje

Betonski kratki elementi se ojačavaju postavljanjem podvlake od čeličnih elemenata. (slika 8)



Slika 8: Poprečni presjek ojačanja kratkog elementa

Mehanička oštećenja na stubovima i gredama saniraju se REPARATUR malterom, iz palate proizvoda kompanije "ADING". Potrebno je odstraniti beton sa oštećenih površina u vidu pravilnih oblika i konstantne debljine. Posebno obratiti pažnju na oblikovanje krajeva, izbjegavati isklinjavanje, poželjno je zasijecanje pod uglom. Podloga se prajmeriše REPARATUR MALTER penetratom, koji se nanosi četkom.

Injektiranje pukotina na ploči nadvišenja sanira se pomoću proizvoda na bazi epoksidne smole Sika Injection-451. Prslina se pre injektiranja mora na površini betona zapuniti (plombirati) da bi se spriječilo iscurivanje mase koja se injektira. Za površinsko zaptivanje ovih pukotina koristiće se proizvod Sika Injection-490.

Rušenje zida u osi B bilo je predviđeno i "Glavnim građevinskim projektom dogradnje" iz 1981.god. ali to tada nije izvršeno. Rušenjem zida neće biti ugrožena statička stabilnost objekta.

4. ZAKLJUČAK

Defekti i oštećenja na armiranobetonskoj konstrukciji hale uglavnom su lokalnog karaktera i ne narušavaju stabilnost i nosivost konstrukcije. Međutim, trajnost pojedinih elemenata konstrukcije je lokalno ugrožena, pa su predložene odgovarajuće metode sanacije radi "popravke" registrovanih oštećenja. Predloženim mjerama produžava se eksploatacioni vijek konstrukcije hale i obezbjeđuje zadovoljavajući estetski izgled.

5. LITERATURA

- [1] Радоњанин Властимир, Малешев Мирјана, *Материјали и технике санације и заштите – скрипте са предавања*. Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад 2007/2008.
- [2] Radonjanin Vlastimir, Malešev Mirjana, *Praćenje, procena i održavanje građevinskih objekata – skripte sa predavanja*. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2008/2009.
- [3] Zoran Brujić , *Dejstva na objekte – predavanja*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2012/2013.
- [4] Zoran Brujić , *Betonske konstrukcije – predavanja*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad 2011/2012.
- [5] GRF Beograd, predavanja: *Kranske staze*, Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet Beograd, Beograd 2011/2012
- [6] Martin Bogner, Oktavijan Popović, *Kompresorska postrojenja*, Beograd 2008.

Kratka biografija:



Nikola Čalasan rođen je u Pljevljima, Crna Gora, 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo-Procjena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata odbranio je u januaru 2014.god.

**PROJEKAT ORGANIZACIJE I TEHNOLOGIJE GRAĐENJA BIOLOŠKOG BAZENA U
SASTAVU CENTRALNOG POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA
VRBASA I KULE****PROJECT MANAGEMENT AND CONSTRUCTION TECHNOLOGY ELABORATE, FOR
EXECUTION OF BIO POOL, AS A PART OF THE WASTE WATER TREATMENT
FACILITY OF VRBAS AND KULA**Dragutin Brkić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj - Predmet rada je plan organizacije i tehnologije izvođenja armirano-betonskog rezervoara, sa detaljno objašnjenim dinamičkim planovima građenja objekta.

Abstract – Scope of the project is method statement for organization and technology of construction for execution of reinforced concrete tank, with time schedule plans elaborated in detail.

Ključne reči: Armirano-betonske konstrukcije, rezervoar, organizacija i tehnologija građenja.

1. UVOD

Složenost građevinske proizvodnje karakteriše veliki broj operacija i veliki obim proizvodnje, visok stepen mehanizovanosti procesa, kao i složena organizacija proizvodnje. Upravo iz ovih razloga, tok i efekti proizvodnje nisu unapred dovoljno sagledivi, što može dovesti do nepredviđenih teškoća, praćenih neprihvatljivo velikim troškovima.

U ovom radu su obrađeni tehnički opisi uslova građenja objekta gde spadaju: lokacija na kojoj se objekat nalazi, karakteristike zemljišta, klima, seizmika, uslovi transporta i snabdevanje materijalom i energijom, prilazi i snabdevanje gradilišta radnom snagom., zatim opis konstrukcije objekta, te opis načina i tehnologije izvođenja radova sa mašinama koje će se koristiti pri izradi objekta. Takođe, obrađeni su i dinamički planovi izgradnje objekta, posebno mrežni plan i gantogram. Rad je praćen crtežima i osnovama za što bolji uvid u samu srž obrađenog objekta.

2. OPIS OBJEKTA**2.1. Lokacija objekta**

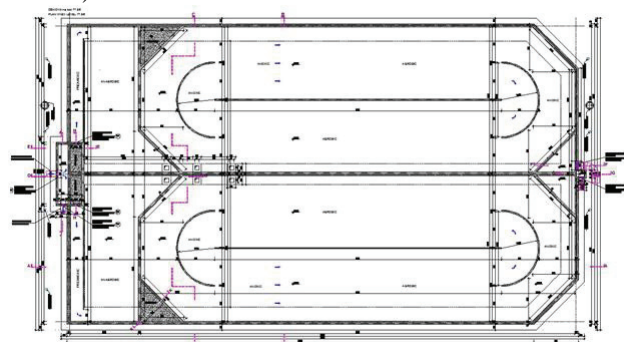
Objekat se nalazi na teritoriji opštine Vrbas, na katastarskoj parceli broj 2412. Prostor za izgradnju objekta nalazi se na centralnom delu raspoloživog zemljišta. Prilaz placu je moguć sa regionalnog puta R127 Novi Sad - Vrbas.

NAPOMENA:

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

2.2. Dizpozicija objekta

Objekat u dispozicionom smislu predstavlja poluukopani otvoreni višekomorni rezervoar. Objekat se tretira kao jedna dilataciona celina. Konstrukcija ima formu pravougaonog rezervoara dimenzija u osnovi 51,75 m x 89,15 m (unutrašnje mere). Objekat je u osnovi simetričan po osi srednjeg podužnog zida. Unutar rezervoara postoje razdelni podužni i poprečni zidovi kao i zidovi kružnog oblika u osnovi. Rezervoar je fundiran na temeljnoj ploči koja ujedno predstavlja i dno rezervoara. Kota krune obodnih zidova i radnih staza je +84,91 m. Visina obodnih zidova je 6,96 m i njihova debljina je promenljiva od 30cm na vrhu do 60 cm u dnu. Srednji podužni zid je takođe promenljive debljine od 40cm na vrhu do 65 cm u dnu. Unutrašnji zidovi su debljine 45, 40 i 25 cm u funkciji opterećenja koje preuzimaju. Donja ploča sa prepustima na mestu konturnih zidova i u šavu ispod srednjeg razdelnog zida je debljine 60cm, dok je na ostaloj površini debljine 40cm. Kota dna temeljne ploče se nalazi na +77.55 (+77.35 na mestu gde je debljina ploče 60 cm) odnosno kota gornje površine ploče (dna bazena) se nalazi na koti +77.95.



Slika 1: Poprečni presek objekta u osnovi

2.3. Primenjeni materijali

Beton: MB 40, kategorije B.II,
marka vodonepropusnosti V12
Armatura: RA 400/500, GA 240/360, MAG 500/560

3. TEHNOLOGIJA IZGRADNJE OBJEKTA**3.1. Pripremni i zemljani radovi.**

Radovi na izgradnji objekta započinju pripremom gradilišta i zemljanim radovima. Značaj i uloga

pripremnih radova je u tome što se njima omogućava brzo i racionalno izvođenje glavnih radova. Pored skidanja humusa, pod zemljanim radovima podrazumeva se i iskop zemlje za temelje objekta. Deo iskopane zemlje će se kasnije koristiti za nasipanje oko objekta, i on se deponuje na gradilištu, a višak se odvozi na deponiju van gradilišta.

Temeljna jama izvodi se u širokom iskopu do 4,15m dubine od površine terena, odnosno do kote 76,75 m.n.v.

Ispod temelja aeracionog bazena predviđen je tampon debljine 50 cm koji treba formirati na sledeći način:

1) prvi sloj tampona debljine 30 cm formirati od drobljenog kamenog agregata frakcije 31,5 - 63,0 mm ili od krupnozrnog šljunka i zbijati ga glatkim valjkom bez vibracija;

2) završni sloj tampona debljine 20cm izvesti od drobljenog kamenog agregata frakcije 0 - 31,5mm ili sitnozrnog šljunka i zbijati ga do postizanja modula stišljivosti od $M_s=40\text{MPa}$.

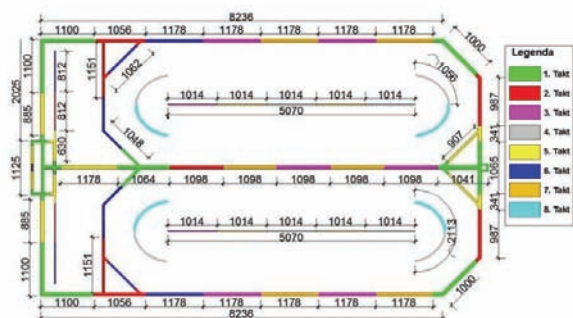
Pre izrade tampona potrebno je izvršiti zbijanje podtla do postizanja modula stišljivosti $M_s=20\text{MPa}$ i postaviti sloj geotekstila da ne bi došlo do utiskivanja krupne frakcije tampona u podtlo.

3.2. Betonski radovi.

Rezervoari, kao objekti za skladištenje tečnosti, zahtevaju posebnu pažnju kada je reč o vodonepropusnosti, kao i obraćanje pažnje na agresivnost tečnosti koja se skladišti prema samom betonu.

Pri betoniranju uvek treba nastojati da beton bude ugrađen bez prekida. Međutim, tokom izrade većih betonskih elemenata (konstrukcija), beton je često nemoguće ugraditi odjednom, već se to mora izvoditi u više faza, što znači sa određenim prekidima.

Betoniranje zidova će se izvoditi u lamelama (kampadama) dužine 10-12 m, pri čemu će između pojedinih lamela biti postavljena privremena oplata. Na taj način će u zidovima biti formirana radna razdelnica (spojnica) koja definiše položaj prekida, odnosno položaj nastavka betoniranja.

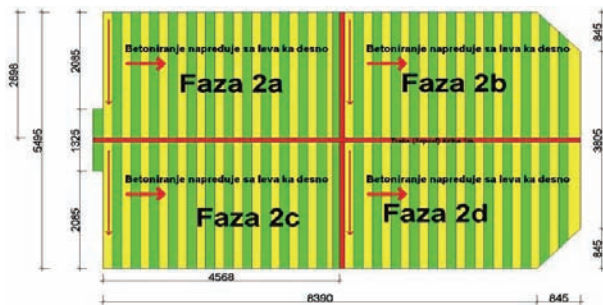


Slika 2: Plan betoniranja zidova

Koristiće se levkovi (vodice) prilikom ugrađivanja betona u zidove, kako bi bio ispunjen uslov da beton ne sme slobodno da pada sa visine veće od 1.5m, te će na taj način biti sprečena pojava segregacije. Beton će se nanositi u slojevima od 40cm.

Betoniranje temeljne ploče se izvodi u dve faze. Prva faza podrazumeva betoniranje sloja debljine 20 cm na mestima povećanja debljine temeljne ploče. Druga faza

podrazumeva betoniranje sloja debljine 40 cm na celoj površini ploče, i predviđene su četiri njene podfaze između kojih će se ostaviti slobodan prostor – čepovi, koji će se betonirati nakon što prethodno ugrađeni beton dovoljno očvrstne, te se time neutrališu štetne posledice skupljanja betona.



Slika 3: Faza 2 betoniranja temeljne ploče

3.3. Mehanizacija tehnološkog procesa

Prvi korak kod izbora mašina je širi izbor, koji nam daje uvid u raspoložive mašine koje bi mogle učestvovati u izvršavanju određenih procesa.

Drugi korak je uži izbor, na osnovu koga se, od ponuđenih grupa mašina iz šireg izbora, bira ona grupa mašina koja pruža najveću ekonomsku prednost (najnižu cenu po jedinici mere).

Pri izboru mehanizacije potrebne za izvođenje zemljanih radova, u ovom projektu je urađena detaljna ekonomska analiza, koja je podrazumevala proračun praktičnog učinka i koštanja efektivnog radnog časa svake mašine.

Grupa mašina usvojena za iskop temeljne jame je sledeća: bager „OK RH-9 LC“ (3 kom.), kamion kiper „MAN“ (20 m³ zapremina prikolice, 11 kom.), buldozer „14. oktobar TG-140“ (2 kom.). Sa usvojenim mašinama dobijeno je trajanje radova na iskopu temeljne jame od osam radnih dana.

Pri izvođenju betonskih radova upotrebljene su tri vrste oplata i to: PERI oplata "TRIO 270" za zidove, PERI oplata "RUNDFLEX" za kružne zidove i PERI – „DOMINO 300+SLS“ za zidove sa jednostranom oplatom.

Beton za građenje se proizvodi u fabrici betona kapaciteta 100 m³/h, koja se nalazi u Novom Sadu, i automikserima doprema na gradilište. Armatura se doprema na gradilište sa armiračkog pogona koji se nalazi u sklopu fabrike betona.

Za izradu datog objekta, iz predmera i predračuna radova, potrebne su sledeće količine materijala:

- beton.....4.418,00 m³
- armatura.....398.900,00 kg

Za potrebe spoljašnjeg transporta materijala usvojeni su:

- automikser "FAP 2628 RB/32, 6x4" za prevoz betona;
- kamioni "Mercedes AXOR-R 1883K" za prevoz armature .

Kao sredstvo unutrašnjeg transporta svežeg betona predviđena je autopumpa proizvođača Waitzinger, tip THP 125/37 R4.

4. DINAMIČKI PLANOVI IZRADE KONSTRUKCIJE OBJEKTA

Modeliranje procesa izgradnje je predstavljeno:

- mrežnim planom izgradnje kompletnog objekta;
- gantogramom izgradnje kompletnog objekta (*MS Project 2007*)

Usvojeno je trajanje radnog dana od jedanaest časova, gde deset časova predstavlja vreme za efektivni rad. Planirano je da radni dan počne u 07:00 časova, a završi se u 18:00 časova, sa dve polučasovne pauze u toku dana za odmor. Izuzetak će predstavljati određeni dani kada će se vršiti ugradnja količine betona koju u predviđenom radnom vremenu nije moguće ugraditi, a ne sme se praviti pauza (betoniranje temeljne ploče).

Usvojena je radna nedelja od šest dana (nedelja neradni dan).

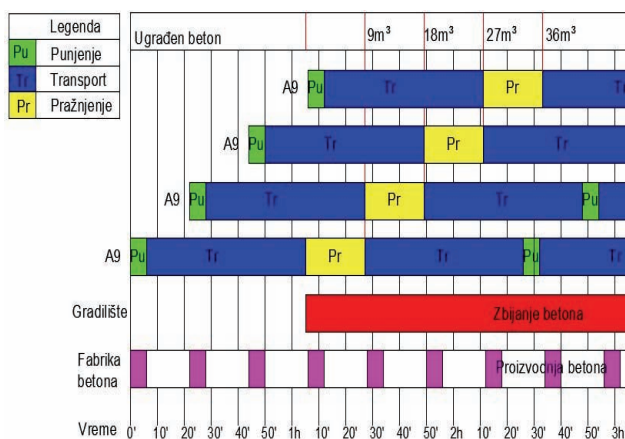
4.1. Proračun i usvajanje potrebnih učinaka opreme

Temeljna ploča: ukupno je potrebno ugraditi 2.310,36 m³ betona. Proračun ukupnog vremena rada automiksera prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1: Ukupno vreme rada automiksera kapaciteta 9m³ i zbijanje betona

Vreme punjenja automixera	6 minuta
Vreme spoljašnjeg transporta	55 minuta
Vreme unutrašnjeg transporta	5 minuta
Vreme pražnjenja automiksera koje odgovara potrebnom vremenu rada autopumpe	7 minuta
Vreme zbijanja betona (procenjeno)	15 minuta
Vreme povratka vozila	60 minuta
Ukupno:	148 minuta = 2,47 časova

Pri betoniranju temeljne ploče na gradilištu se za jedan sat ugradi 24,6 m³ betona.



Slika 4: Dinamički plan proizvodnje, transporta betona i betoniranja temeljne ploče

Tabela 2: Rekapitulacija potrebne opreme za betoniranje temeljne ploče objekta

Fabrika betona 100 m ³ /h	Autopumpa (80 m ³ /h)	Automikseri (9 m ³)	Pervibratori (kom)
1	1	7+1	2+1

Zidovi: ukupno je potrebno ugraditi 1.893,90 m³ betona.

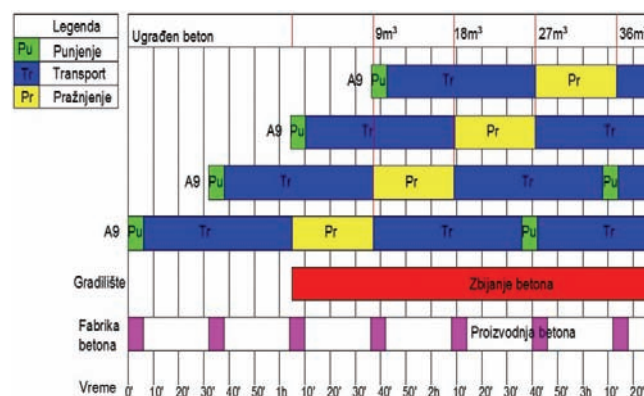
Tabela 3: Ukupne količine betona po taktovima

Takt	1	2	3	4	5	6	7	8
m ³	442	287	262	140	248	218	296	72

Tabela 4: Ukupno vreme rada automiksera kapaciteta 9m³ i zbijanje betona.

Vreme punjenja automixera	6 minuta
Vreme spoljašnjeg transporta	55 minuta
Vreme unutrašnjeg transporta	5 minuta
Vreme pražnjenja automiksera koje odgovara potrebnom vremenu za ugradnju 9m ³	32 minuta
Vreme povratka vozila	60 minuta
Ukupno:	158 minuta = 2,63 časa

Na gradilištu se za jedan sat ugradi 16,87 m³ betona.



Slika 5: Dinamički plan proizvodnje, transporta betona i betoniranja zidova objekta

Tabela 5: Rekapitulacija potrebne opreme za betoniranje zidova objekta

Fabrika betona 100 m ³ /h	Autopumpa (80 m ³ /h)	Automikseri (9 m ³)	Pervibratori (kom)
1	1	5+1	1+1

4.2 Opis dinamičkog plana

Radovi na betoniranju temeljne ploče, zidova i ploča na objektu, biološki bazen u sastavu centralnog postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda Vrbaša i Kule, traju ukupno 75 dana. U obzir su uzeti svi dani odležavanja betona (minimum 3 dana nakon svakog izbetoniranog elementa). Betoniranje temeljne ploče traje 13 dana i sastoji se iz dve faze. Prva faza je betoniranje traka

debljine 20cm, dok se druga faza deli na 4 pod faze (koje su fizički razdvojene čepovima). Debljina ploče u drugoj fazi iznosi 40cm. Za prvu fazu potreban je jedan dan betoniranja, dok je za fazu 2 potrebno 4 dana betoniranja (za svaku podfazu 1 dan) + 1 dan za betoniranje čepova. Postavljanje oplata za svaku fazu traje po jedan dan, postavljanje armature za svaku fazu traje po jedan dan. Nakon odležavanja betona od minimum 4 dana sledi demontaža oplata, koja se obavlja za jedan dan (za fazu 2 oplata se demontira za svaku podfazu zasebno).

Posle betoniranja temeljne ploče, naredna aktivnost na gradilištu je armiranje, postavljanje oplata zidova i njihovo betoniranje. Zbog količine betona koju je potrebno ugraditi u zidove bazena određeno je da bude 8 taktova – faza. Armiranje zidova, postavljanje oplata i betoniranje za taktove traje od 1 do 3 dana za svaku navedenu aktivnost. Odležavanje betona svake faze je minimum 4 dana, nakon čega sledi demontaža oplata koja traje po 1 dan za svaki takt.

5. ZAKLJUČAK

Za datum početka radova izabran je 04.03.2013., a na osnovu izabrane tehnologije i organizacije građenja dobijen je datum završetka radova 05.07.2013., što znači da izgradnja čitavog objekta traje 124 dana (107 radnih dana).

U objekat će se ugraditi približno 4418 m³ betona MB40. Uzimajući u obzir dimenzije predmetnog objekta, količinu betona koju je potrebno ugraditi i oštre zahteve vodonepropusnosti proistekle iz buduće funkcije samog objekta, usvojena je tehnologija izvođenja. Temeljna ploča će se betonirati u dve faze, a zidovi rezervoara u osam „taktova“. Dimenzije lamela na koje je rezervoar „podeljen“ su usvojene na način da omoguće pravilnu ugradnju betona, poštujući sve predviđene propise, i na način da se štetne posledice skupljanja betona svedu na minimum.

Armatura se na gradilište doprema sa armiračkog pogona koji se nalazi u sklopu fabrike betona.

Pri izvođenju betonskih radova, usvojena je oprema koja omogućava da se na gradilištu za jedan sat ugradi 24,6 m³ betona prilikom betoniranja temeljne ploče, a 16,87 m³ betona prilikom betoniranja zidova.

Na osnovu detaljnih planova betoniranja svih pozicija, uz ostavljanje dovoljno vremena za postavljanje armature, oplata i skele, kao i uz poštovanje pravila za betoniranje pojedinih elemenata objekta, predviđeno je vreme trajanja radova na betoniranju svih elemenata ovog objekta od 75 dana (61 radni dan).

Opisana je mehanizacija koja učestvuje u izvođenju zemljanih radova, i mehanizacija koja učestvuje u pravljenju i transportu betona do mesta ugradnje. Za izbor mašina za zemljane radove usvojena je varijanta po kritrijumu minimalne cene koštanja.

6. LITERATURA

- [1] Trivunić, M., Matijević, Z.: „Tehnologija i organizacija građenja - praktikum“, FTN, Novi Sad, 2006.
- [2] „Pravilnik za beton i armirani beton“ - PBAB 87, Univerzitetska štampa, Beograd
- [3] Trbojević Bogdan, „Organizacija građevinskih radova“, Građevinska knjiga, Beograd
- [4] Muravljov Mihailo, „Osnovi teorije i tehnologije betona“, Građevinska knjiga, Beograd, 2000.
- [5] Trbojević Bogdan, Prašćević Živojin, „Građevinske mašine“, Građevinska knjiga, Beograd
- [6] „Normativi i standardi rada u građevinarstvu“, Građevinska knjiga, Beograd

WEB stranice:

<http://srb.sika.com>

<http://www.wackerneuson.com>

<http://www.waitzinger.de>

<http://www.gramak.com>

Kratka biografija:



Dragutin Brkić je rođen 1983. godine u Loznicima. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Organizacija i tehnologija građenja, odbranio je 2014. godine.

KOMPARATIVNA ANALIZA AB I ČELIČNOG NOSAČA KRANSKE STAZE
COMPARATIVE ANALYSIS OF RC AND STEEL GIRDER OF THE CRANE RAILVladimir Popović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prikazana izrada projekta konstrukcije industrijske hale, sa statičkim proračunom svih elemenata i posebnim osvrtom na komparativnu analizu armiranobetonskog i čeličnog nosača kranske staze.

Abstract – This study presents the development of the project for the construction of industrial building and contains the structural calculations for all its elements with focus on comparative analysis of the reinforced concrete girder and the steel girder for the crane rail.

Ključne reči: Industrijska hala, nosač kranske staze, statički proračun, Tower6.

1. UVOD

Industrijske hale su objekti koji moraju zadovoljiti potrebe u pogledu gabarita i nosivosti. Jedan od osnovnih elemenata industrijske hale, bez kojeg je teško zamisliti proces proizvodnje je kran. Kranovi su teške mašine za prenos i dizanje tereta, primenjuju se uglavnom kod prenosa materijala ili specijalnih sudova sa materijalom, (sl. 1). Opterećenje od kranova prenosi se na nosače kranske staze koji su izloženi statičkim i dinamičkim uticajima visokog intenziteta.



Slika 1. Mostni kran

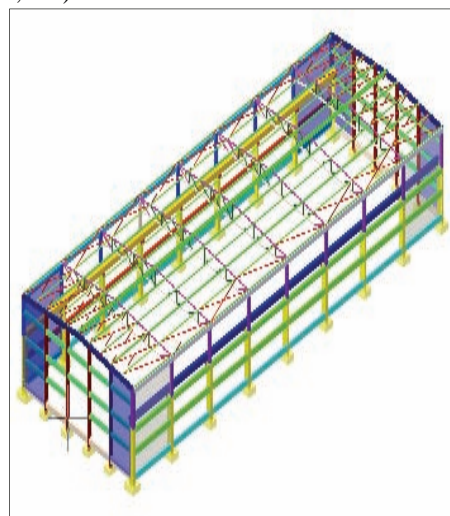
2. OPIS OBJEKTA**2.1. Projektni zadatak i dispoziciono rešenje**

Objekat je projektovan kao skeletna konstrukcija sa platnima za ukrućenje u podužnim i kalkanskim

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Đorđe Ladinović.

ramovima. Industrijsku halu opslužuje kran raspona 25,0 m i nosivosti 25 t. Raspon objekta je 26,5 m, a dužina $8 \times 9.5 = 76.0$ m (sl. 2). Dimenzije objekta proistekle su iz uslova smeštanja opreme (kran), dok je visina objekta određena na osnovu podataka o gornjoj ivici šine (GIS = 6,5 m).



Slika 2. Izometrijski prikaz objekta

2.2. Opis konstrukcije

Stubovi su postavljeni na međusobnom rastojanju od 9,5 m u podužnom pravcu, dok je međusobno rastojanje stubova kalkanu 5,3 m. Dimenzije stubova u podužnom pravcu su promenljive i to 50/105 cm do nivoa nosača kranske staze, odnosno 50/50 cm od nivoa nosača kranske staze do nivoa olučne grede. Stubovi su izvedeni od betona MB35, monolitno vezani za konstrukciju temelja. Na unutrašnjoj strani gornjih stubova postavljene su čelične ploče za vezu sa glavnim nosačima. Kalkanski stubovi su konstantnog poprečnog preseka dimenzija 50/50 cm. Temeljna greda je raspona 9,5 m, dimenzija 40/80 cm, dok je fasadna greda dimenzija 40/70 cm. Svi elementi su od betona MB35. Glavni krovni nosač je čelični rešetkasti nosač, kod koga su oslonački preseki ojačani dvostrukim limom debljine 4 mm. Štapovi gornjeg pojasa su kutijasti, dobijeni zavarivanjem dva [180, a štapovi gornjeg pojasa su dobijeni zavarivanjem dva profila [200. Štapovi ispune su kutijasti profili HOP [120/100/5 mm. Nagib krovne ravni iznosi 5° , a krovni pokrivač je sendvič lim koji se vezuje za rožnjače od čeličnih IPB180 profila dimenzija 180/180/5 mm sistema kontinualne grede. Krutost krovne konstrukcije u svojoj ravni obezbeđena je krovnom oblogom i spregovima za ukrućenje od HOP profila L100/100/5 mm postavljenim duž celog obima hale.

Svi spojevi elemenata rešetkaste konstrukcije, kao i veze rožnjača za glavne nosače, izvode se u zavarenoj izradi visine šavova 4 mm. Svi linijski betonski elementi su armirani rebrastom armaturom RA400/500, kao i uzengije. Platna za ukrućenje se armiraju armaturnim mrežama MA500/600.

Nosači kranske staze su nosači T-preseka oslonjeni na stubove, statičkog sistema proste grede. Širina gornje flanše je 60 cm, debljina rebra je 30 cm, a ukupna visina nosača 90 cm.

Nosač je, osim sopstvenom težinom, opterećen sistemom vertikalnih koncentrisanih sila od težine kрана: $P_{1,max} = 215,0 \text{ KN}$ i $P_{2,max} = 218,0 \text{ KN}$, kao i odgovarajućim sistemima horizontalnih sila, koje se javljaju usled kočenja i bočnih udara, koje su sračunate po domaćem standardu.

Fundiranje objekta je izvršeno preko temeljnih stopa od betona MB30 i temeljnih greda izvedenih od betona MB35.

Temelji su oslonjeni na tampon sloj šljunka $d = 10 \text{ cm}$, dok se temeljne grede oslanjaju na temelje samce. Njihova uloga je da povežu i ukrute stubove u podužnom pravcu i da se na njih oslanjaju zidovi hale.

2.3. Analiza opterećenja

Kako sam softver za analizu konstrukcija generiše sopstvenu težinu svih elemenata noseće konstrukcije (stubovi, grede, rešetkasti nosači, zidovi za ukrućenje), naneto je samo dodatno stalno opterećenje. U skladu sa važećim propisima [2], pored stalnog opterećenja na 3D model konstrukcije naneto je:

- Opterećenje vetrom
- Seizmičko opterećenje
- Korisno opterećenje
- Opterećenje snegom

Opterećenje od kрана je dinamičko opterećenje, zbog toga se sile izazvane opterećenjem od kрана množe sa odgovarajućim dinamičkim koeficijentima, i to:

- $K_d = 1,4$ za nosač kranske staze
- $K_d = 1,2$ za elemente na koje se oslanja nosač kranske staze (stubovi).

U radu je sprovedena i poređenje domaćih propisa i EUROCODE propisa, u pogledu opterećenja od dejstva kрана (tabela 1).

Tabela 1. Dinamički faktori prema Eurocode

DINAMIČKI FAKTORI	RAZMATRANI UTICAJI	PRIMENJUJE SE NA
φ_1	Pobuđivanje konstrukcije dizalice usled podizanja tereta sa	Sopstvenu težinu kрана
φ_2	Dinamički efekat usled prenosa tereta sa zemlje na dizalicu	Težina tereta
φ_3	Dinamički efekat naglog otpuštanja korisnog opterećenja ako se koriste klešta ili magnet	Teret koji se diže
φ_4	Dinamički efekti izazvani kretanjem po šinama ili kranskoj stazi	Sopstvena težinu kрана i tereta
φ_5	Dinamički efekti prouzrokovani pokretnim silama	Pokretne sile
φ_6	Dinamički efekat usled kretanja probnog tereta po kranskoj stazi	Probni teret
φ_7	Dinamički elastični efekat uticaja na amortizere	Opterećenje amortizera

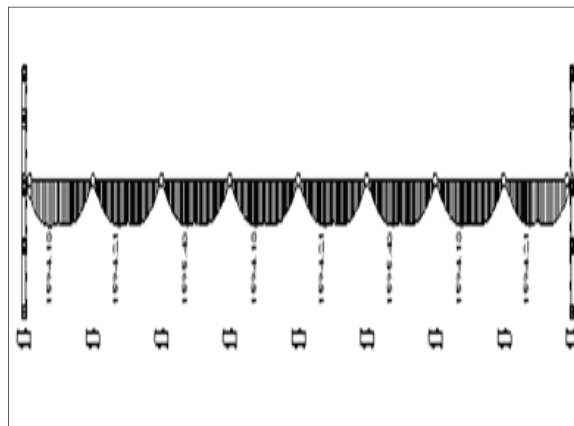
2.3. Statički i dinamički proračun

Konstrukcija je modelirana softverskim paketom TOWER-6. Korišćenjem mogućnosti ovog programa, konstrukcija je analizirana pomoću prostornog proračunskog modela.

Svi elementi konstrukcije su po obliku i vrsti materijala realno modelirani, a opterećenja na modelu su aplicirana kao linijska i površinska, saglasno analizi opterećenja, posebno za svaki slučaj osnovnog opterećenja. Pri formiranju proračunskog modela korišćena je mreža konačnih elemenata sa gustinom elemenata mreže od 0,3 m.

Tlo je modelirano pomoću Vinklerovog (Winkler) modela podloge, pri čemu su krutosti elastičnih opruga izračunate sa koeficijentom posteljice tla od 20 MN/m³.

Statički i dinamički proračun sproveden je na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi. Ilustracije radi prikazana je anvelopa momenata savijanja od stalnog i korisnog opterećenja nosača kranske staze u karakterističnom ramu (sl. 3).



Slika 3. – Dijagram momenata savijanja.

2.4. Dimenzionisanje i usvajanje armature

Monolitni elementi konstrukcije izvedeni su od materijala istog kvaliteta, betona MB35. Betonski čelik korišćen za armiranje je RA 400/500. Na osnovu sprovedenog statičkog i dinamičkog proračuna, generisane su merodavne granične kombinacije opterećenja, na osnovu kojih je izvršeno dimenzionisanje svih elemenata u skladu sa Pravilnikom BAB87 [1].

Gredni AB elementi hale su dimenzionisani kao dvostruko armirani, dok su stubovi dimenzionisani kao koso savijani i obostrano simetrično armirani. Posebna pažnja je data na oblikovanje armature, veza i spojeva elemenata, u cilju obezbeđenja i sigurnog prihvatanja koncentrisanih napona u oslonačkim zonama, kao i ostvarivanju kvalitetnih veza sa glavnim nosačem koji se izvodi od zavarenih čeličnih profila.

3. NOSAČ KRANSKE STAZE

3.1. Karakteristike kрана:

MOSTNA DIZALICA:

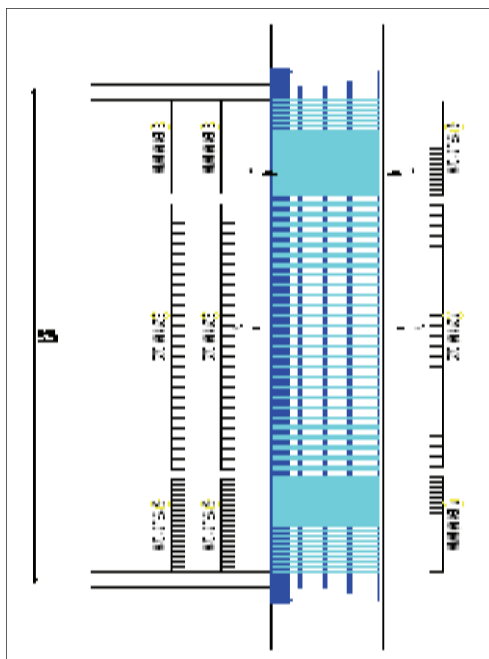
SEMD2K1-UP 'IVO LOLA RIBAR' tabela 2.

Tabela 2. – Karakteristike mostne dizalice

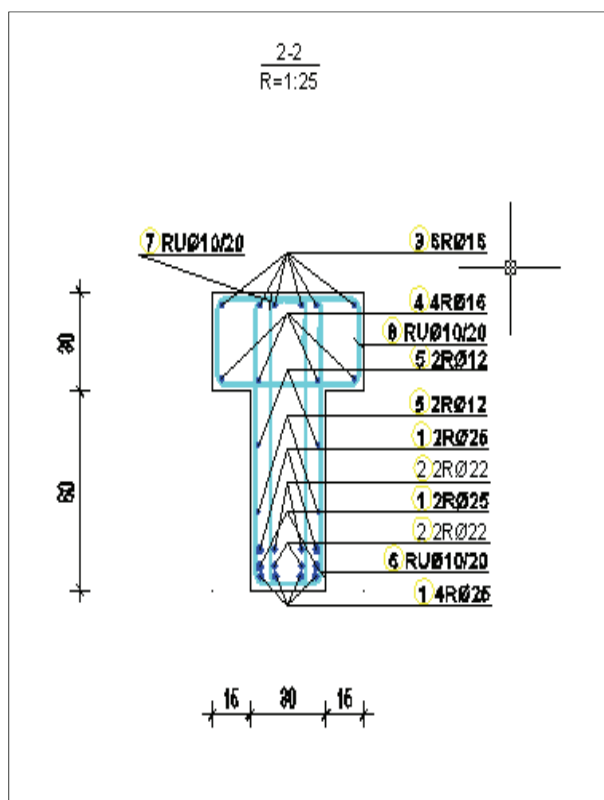
Pkr	A	H	P1		P2		L
			max	min	max	min	
(T)	(m)	(m)					(mm)
25.0	25.0	10.0	215.0	67.5	218.0	68.0	5000.0

3.2. Armiranobetonski nosač kranske staze:

Na slikama 4.1 do 4.2. prikazan je način armiranja nosača kranske staze u armiranobetonskoj varijanti (podužni, i poprečni presek, respektivno), dok su u tabelama 3 i 4 prikazane količine materijala (betona i armature, respektivno) potrebne za izvođenje ovakvog nosača.



Slika 4.1. – Plan armature podužni presek



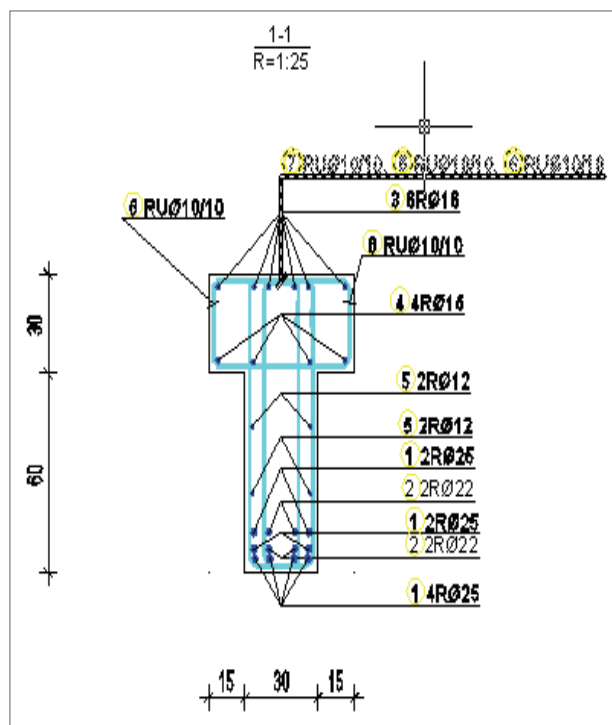
Slika 4.2. – Plan armature poprečni presek

Tabela 3. – Količina betona potrebna za izvođenje nosača kranske staze preko jednog polja

Set	Presek/Materijal	γ [kN/m ³]	L [m]	V [m ³]	m [T]
1	T 60/90 Betoni MB 35	25.000	9.500	3.420	8.719

Tabela 4. – Količina armature potrebna za izvođenje jednog nosača kranske staze preko jednog polja

Šipke-rekapitulacija			
Ø [mm]	lgm [m]	Jedinična težina [kg/m ³]	Težina [kg]
RA1			
10	677.30	0.65	439.57
12	39.16	0.92	36.03
16	102.24	1.62	165.73
22	41.16	3.06	125.87
25	83.44	3.95	329.67
Ukupno:			1096.86



3.3. Čelični nosač kranske staze

Kao varijantno rešenje tretiran je i čelični nosač kranske staze sa karakteristikama datih u tabeli 5. U okviru sprovedenog statičkog i dinamičkog proračuna nosača kranske staze srčunata su sva naponsko-deformacijska

stanja i određena potrebna nosivost preseka, kao i mere koje treba preduzeti da se obezbedi stabilnost datog nosača.

U tabeli 6 prikazana su količine materijala potrebne za jedan element nosača kranske staze.

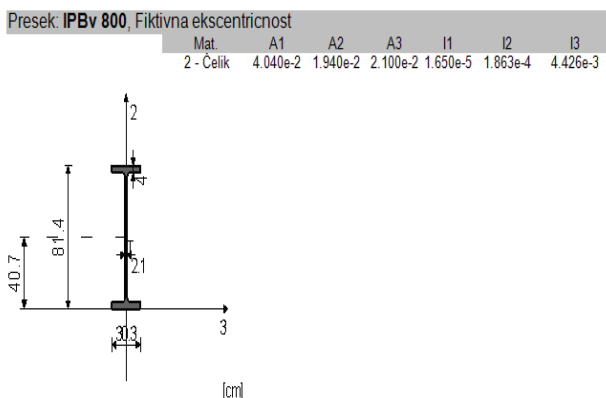


Tabela 5. – Čelični nosač kranske staze

Set	Presek/Materijal	γ [kN/m ³]	L [m]	V [m ³]	m [T]
2	IPBv 800 Čelik	78.500	9.500	0.384	3.072

Tabela 6. – Čelični nosač kranske staze-količina materijala

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu uporedne analize nosača kranske staze izrađenih od armiranog betona, odnosno čelika, jasno se može zaključiti da je za isto opterećenje od kрана čelična varijanta nosača kranske staze daleko povoljnija sa stanovišta opterećenja od sopstvene težine, kao i po pitanju ekonomske opravdavnosti. Međutim, kada se uzme u obzir da kranski nosač predstavlja samo manji deo ukupnog stalnog opterećenja, ova prednost čeličnog nosača se gubi.

5. LITERATURA

- [1] Grupa autora: BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 1, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [2] ZBIRKA SRPSKIH PRAVILNIKA I STANDARDA ZA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE: Srpski standard sa obaveznom primenom od 1988 - stalna opterećenja građevinskih konstrukcija (SRPS U.C7.123) Srpski standard sa obaveznom primenom od 1988 - korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada (SRPS U.C7.121) Srpski standard sa obaveznom primenom od 1992 - opterećenje vetrom (SRPS U.C7.110-112) Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima
- [3] Ž. Radosavljević, D. Bajić: ARMIRANI BETON 3, Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
- [4] D. Najdanović: BETONSKE KONSTRUKCIJE, Orion Art, Beograd, 2004.
- [5] S. Stevanović: FUNDIRANJE I, Naučna knjiga, Beograd, 1989.
- [6] J. Sklena, N. Vujadinović: PRORAČUN TEMELJA, Principial metromarketing, Novi Sad, 1998.
- [7] V. Alendar: PROJEKTOVANJE SEIZMIČKI OTPORNIH AB KONSTRUKCIJA KROZ PRIMERE, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2004.

Kratka biografija:



Vladimir Popović rođen je u Novom Sadu, 1979. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo-konstrukcije odbranio je 2013. godine

ZAŠTITA OD POŽARA STAMBENO-POSLOVNOG OBJEKTA U NOVOM SADU**FIRE SAFETY OF RESIDENTAL-BUISNESS BUILDING IN NOVI SAD**Marko Lukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - GRAĐEVINARSTVO**

Sadržaj - U radu je prikazan projekat zaštite od požara stambeno-poslovnog objekta od armiranog betona spratnosti Po+P+6 u Novom Sadu i kompletan statički proračun i dimenzionisanje elemenata objekta na osnovu čega je usvojena odgovarajuća armatura.

Abstract - The paper gives description of fire safety project of residential-buisness six-storey reinforced concrete building-basement+ground floor+6 storey. Second part of this papire gives description of the structural analysis and dimensioning of the building elements.

Ključne reči - Zaštita od požara, armiranobetonska zgrada, požarni sektori, evakuacija.

1. UVOD

Projektom zadatkom predviđena je izrada projekta zaštite od požara stambeno-poslovne zgrade spratnosti Po+P+6 oblika osnove prikazanog na slici 1. Definisane su namena i lokacija objekta, požarni sektori, evakuacioni putevi, hidrantska mreža, dimenzije objekta u osnovi, raster stubova, rasponi greda i spratne visine.

2. OPIS OBJEKTA**2.1. Projektni zadatak i konstrukcijska rešenja**

Projektom zadatkom predviđena je izrada projekta zaštite od požara stambeno-poslovne zgrade koju čini skeletna konstrukcija ukručena armiranobetonskim zidovima u krajnjim poprečnim ramovima debljine 20 cm (u kraćem pravcu) spratnosti Po+P+6. Dimenzije objekta u osnovi su 14, 65m x33, 80 m. Rasteri stubova su 4, 80 m i 6, 00 m u dužem pravcu i 3, 25 m i 5, 60 m u kraćem pravcu. Površina podruma, prizemlja i tipskih spratova su iste i iznose 495, 17 m².

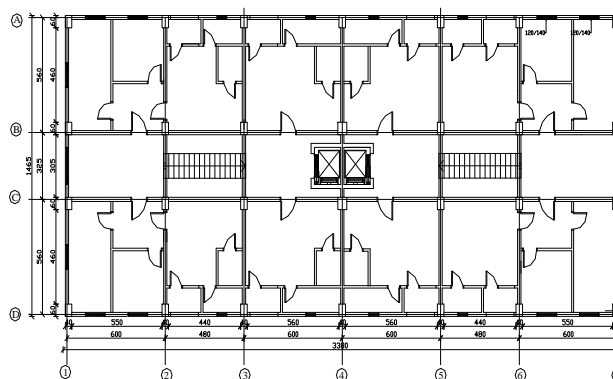
Za vertikalnu komunikaciju koriste se liftovi i stepeništa. Krovnu konstrukciju čini kosa armiranobetonska ploča oslonjena na grede i stubove.

Objekat je oslonjen na temeljnu ploču debljine 40 cm koja se nalazi na dubini fundiranja od 3, 20 m. Liftovski zidovi su debljine 20 cm od armiranog betona. Fasadni zidovi su napravljeni od termo-bloka debljine 20 cm.

Pregradni zidovi (između stanova) napravljeni su takođe od termo-blokova debljine 20 cm. Zidovi između prostorija u stanovima napravljeni su od gips-kartonskih ploča između kojih se postavlja staklena vuna, debljine 12 cm.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr.Đorđe Ladinović, redovni profesor.



Slika 1. Osnova tipskog sprata

U prizemlju su predviđeni lokali sa magacinima za obavljanje raznih vrsta poslova koji su u skladu sa zakonom o urbanističkom planiranju. Spratovi su predviđeni za stanovanje, a podrum za potrebe skladištenja stvari različite namene, namenjen da ga koriste stanari.

3. PROJEKAT ZAŠTITE OD POŽARA**3.1. Sadržaj projekta**

Ovim projektom je potrebno definisati:

- lokaciju i namenu objekta,
- arhitektonsko-građevinski opis objekta sa izborom materijala konstrukcije,
- procenu opasnosti od požara i vatrootpornosti pojedinih elemenata konstrukcije,
- podelu objekta na požarne sektore,
- procenu otpornosti od požara i pregled zapaljivih materija,
- evakuacione puteve,
- hidrantsku mrežu za gašenje požara,
- ručnu dojavu požara,
- izbor mobilne opreme za gašenje požara,
- proračun požarnog opterećenja,
- proračun vremena evakuacije.

Mašinske instalacije i električne i gromobranske instalacije tađe ulaze u sastav ovog projekta. Oni se dobijaju od mašinskih inženjera i inženjera elektrotehnike.

3.2 Opis lokacije objekta

U ovom delu se navode tačni podaci o lokaciji objekta i okolini u kojoj se nalazi. Predmetni objekat se nalazi u Novom Sadu (makrolokacija), na uglu ulica Nikole Colovića i Vojvođanske(mikrolokacija). Objekat

zvanično pripada ulici Nikole Colovića jer mu je tu glavni ulaz. Ulaz u drugi deo objekta je iz dvorišta. Teren koji okružuje objekat je ravničarski, a objekti koji se nalaze u blizini su spratnosti do P+6.

3.3. Klasifikacija i kategorizacija objekta

Visina objekta je 22, 04 m, a najviši poda po kome se ljudi kreću je na visini od 16, 80 m što je niže od 30 m, pa zgrada pripada niskim zgradama (*Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu visokih objekata od požara, član 7*). Maksimalan broj ljudi koji se mogu naći u objektu je 152. Prema SRPS.N.B2.730 (spoljašnji uticaj na električni razvod) objekat je svrstan u kategoriju **BD3** prema tabeli 1.

Tabela 1. Mogućnost evakuacije u slučaju hitnosti

Oznaka	Karakteristika	Primena i primer
BD1	Mala gustina naseljenosti, dobri uslovi evakuacije	Stambene zgrade niske ili normalne visine do P+4
BD2	Mala gustina naseljenosti, loši uslovi evakuacije	Soliteri, visoke zgrade
BD3	Veliko prisustvo ljudi, dobri uslovi evakuacije	Zgrade namenjene za skupove (pozorišta, bioskopi...)
BD4	Veliko prisustvo ljudi, loši uslovi evakuacije	Vrlo visoke zgrade predviđene za javno korišćenje (hoteli, bolnice...)

Kategorija tehnološkog procesa prema ugroženosti od požara je **K4** (objekti koji primaju 100 do 500 ljudi) i usvojena je na osnovu člana 14 *Pravilnika o tehničkim normativima za hidrantsku mrežu za gašenje požara*.

3.4. Specifično požarno opterećenje i požarni sektori

Pod specifičnim požarnim opterećenjem se podrazumeva opterećenje pojedinačne prostorije u okviru jednog požarnog sektora. Specifično požarno opterećenje je izraženo toplotom koja se može razviti u elementarnoj jedinici (stanu, lokalu) svedeno na 1 m² površine te prostorije. Specifično požarno opterećenje računa se po formuli:

$$P_i = \frac{\sum \rho_k * V_k * H_k}{S} \left(= \frac{m_k * H_k}{S} \right) \left[\frac{kJ}{m^2} \right] \quad (1)$$

gde je:

P_i - specifično požarno opterećenje [kJ/m²]

ρ_k - prividna gustina materijala [kg/m³]

V_k - zapremina materijala [m³]

m_k - gustina materijala [kg]

S - površina osnovne elementarne jedinice [m²]

H_k - toplotna moć [kJ/kg]

i - indeks implementarne jedinice

k - indeks materijala

Prema standardu *SRPS U.JI.030* specifično požarno opterećenje može biti:

- **nisko** požarno opterećenje do 1 GJ/m²
- **srednje** požarno opterećenje do 2 GJ/m²
- **visoko** požarno opterećenje preko 2 GJ/m².

Podaci o veličini požarnog opterećenja i klasi otpornosti na požar, preuzeti su iz *Priručnika za projektante, IV grupa, Prilog 2, Veličina požarnog opterećenja u zavisnosti od tehnološkog procesa, ostali objekti* i prikazani su tabelom 2:

Tabela 2. Požarno opterećenje prema Priručniku za projektante

r.br.	Vrsta objekta	Požarno opterećenje MJ/m ²	Klasa otpornosti
1.	Stambeni objekat	335	III
2.	Štamparija-mašinska sala	419	I
3.	Štamparija-sečenje i koričenje	251	III
4.	Izrada kaiševa	167	IV
5.	Hangari za avione	167	II
6.	Telefonska centrala	84	III
7.	Podzemna garaža	209	II
8.	Kotlarnica na ugalj ili drva	251	III

Požarni sektor je osnovna prostorna jedinica objekta koja se može samostalno tretirati u pogledu nekih tehničkih i organizacionih mera zaštite od požara (procena rizika, zona dojava požara, zona automatskog zapreminskog gašenja požara), a odeljena je od ostalih delova objekta konstrukcijama otpornim prema požaru. Požarni sektor posmatramo kao deo objekta koji će, eventualno, požarom biti potpuno uništen, ali se van tog prostora požar neće proširiti bar neko vreme. Proračun stepena otpornosti konstrukcije na požar (SOP) vrši se prema klasifikaciji zgrada prema nameni, izdvojenosti i visini (SRPS TP 21/2002) i prema broju lica i površini požarnog sektora u objektu. Prema klasifikaciji i nameni predmetni objekat spada u izdvojene stambene zgrade (IS 3), a prema broju lica i površini najvećeg požarnog sektora (1485, 51m²) spada u klasu **P4**. Klase objekat prema broju lica i površini požarnog sektora, date su u tabeli 3. Klasa P određena prema broju stanovnika koriguje se usvajanjem prve veće vrednosti ukoliko je površina požarnog sektora A veća od navedene u tablici.

Projektni stepen otpornosti prema požaru određuje se na osnovu osnovnog stepena otpornosti prema požaru, a uvećava se za jednu klasu (III u IV ili IV u V) ako je zgrada od većeg značaja za društvo (većnice, sudovi i sl.) U tabeli 4 dati su stepeni otpornosti objekata.

Tabela 3. Površine požarnih sektora

Br.osoba	do 20	20 do 50	51 do 100	101 do 300	301 do 700	701 do 1500	>1500
Klasa P	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Površina A(m ²)	<400	<800	<1200	<1600	<2000	<2500	<3000

Tabela 4. Stepen otpornosti konstrukcije na dejstvo požara (SOP)

Zgrada	IS 1	NS 1	IS 2	NS 2	IS 3	NS 3	IP 1	NP 1 IJ 1	IP 2 NJ 1	NP 2 IJ 2	IP 3 NJ 2	NP 3 IJ 3	NJ 3
P1	II	II	III	III	III	IV	II	II	II	III	III	IV	IV
P2	II	III	III	III	IV	IV	II	II	III	III	IV	IV	IV
P3	III	III	III	IV	IV	IV	II	II	IV	IV	IV	IV	IV
P4	III	III	IV	IV	IV	IV	III	III	IV	IV	IV	IV	IV
P5	IV	IV	IV	IV	IV	IV	III	III	IV	IV	IV	IV	V
P6	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	V	V
P7	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	V	V	V	V	V

3.5. Pristupne saobraćajnice

Predmetni objekat se nalazi na uglu dve ulice: Nikole Colovića i Vojvođanske. Iz ovih ulica može se pristupiti parceli na kojoj je objekat. Put čiji je ulaz iz Nikole Colovića je širine 6 m i može biti dvosmeran. Sa tog puta može se pristupiti jednoj dužoj strani objekta gde se nalaze i lokali. Put čiji je ulaz iz Vojvođanske ulice je širine 4 m i može poslužiti kao drugi ulaz kako bi se došlo do lokala i parking ili može poslužiti kao izlaz za vatrogasno vozilo tako da ne mora da se okreće u dvorištu ili izlazi unazad i tako sebe dovede u opasnost. Lokalima i stanovima na drugoj dužoj strani, pristupa se direktno sa ulice (iz Vojvođanske). Ulazi u objekat, u stambeni deo nalaze se na kraćim stranama objekta. Jednom se pristupa direktno sa ulice (iz Nikole Colovića), dok se do drugog dolazi pristupnim putem iz Vojvođanske (put širine 4 m) ili se može proći kroz dvorište, pored parking, drugim pristupnim putem (put širine 6 m). Predmetni objekat zadovoljava sve uslove propisane Zakonom o zaštiti objekata od požara i Pravilnika o tehničkim normativima za pristupne puteve, okretnice i plate za vatrogasna vozila. Na slici 2 prikazan je položaj objekta u prirodi.

3.6. Hidrantska mreža i oprema za gašenje požara

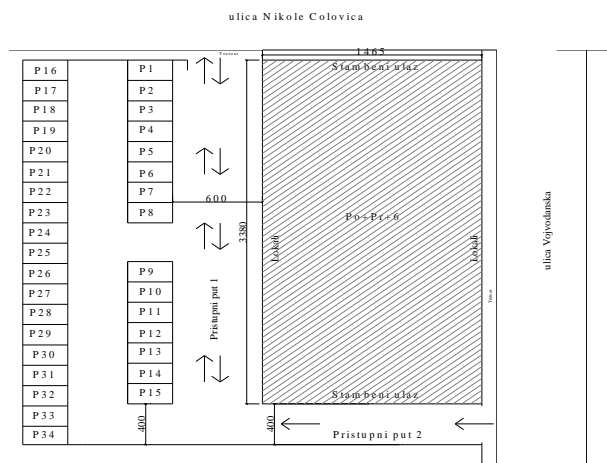
Na osnovu utvrđene kategorije **K4**, stepena otpornosti objekta prema požaru (SOP)-IV stepen, zapremine objekta (5001 do 20000) i Člana 13 Pravilnika o tehničkim normativima za hidrantsku mrežu za gašenje požara, određuje se količina vode za jedan požar (tabela 5). Hidranti su tako raspoređeni da pokrivaju predmetni objekat. Usvaja se na svakom spratu po dva hidranta i u svakom lokalu po jedan hidrant, čime je obezbeđena potrebna količina vode od 10 l/s sa nadpritiskom na hidrantu od 2, 5 bara. Hidranti se postavljaju na visini od 1, 5m iznad poda i obeleženi su oznakom H. U ormaru mora biti postavljeno crevo sa mlaznicom. Crevo mora biti dvostruko namotano sa mlaznicom i priključeno na spojnicu hidranta tako da se odmah može koristiti.

Za predmetni objekat usvaja se zasebna hidrantska mreža, tako da su sanitarna voda, voda za lokale i voda za gašenje požara odvojene (tri nezavisne instalacije vodovoda).

Pored hidrantske mreže, za gašenje požara koristi se i mobilna oprema. Mobilna oprema, tj. aparati za gašenje požara se prvi koriste u zaštiti pa tek onda hidranti. Izbor mobilne opreme za gašenje požara zavisi od klase požara (A, B, C, D i E). Broj aparata se proračunava prema pravilniku NFPA-10A (National Fire Protection Association), na osnovu požarnog opterećenja i površine požarnog sektora. Razlikujemo aparate koji koriste prah za gašenje požara i aparate punjene sa CO₂ gasom. Zavisno od klase požara biramo odgovarajuće aparate. Aparati za gašenje prahom nose oznaku "S". CO₂ aparatima gasimo požare na električnim instalacijama. Aparati mogu biti ručno prenosni ili na kolicima, zavisno od njihove veličine. Karakteristike same opreme da je proizvođač (dimenzije boce, pritisak u boci, vrsta punjenja).

Za gašenje požara koristi se kako unutrašnja, tako i spoljašnja hidrantska mreža. Gašenje manjih požara vrši se aparatima, ali ako dođe do požara većih razmera koriste se unutrašnji hidranti postavljeni na svakom

spratu. U slučaju požara velikih razmera, koriste se i spoljašnji hidranti.



Slika 2. Položaj objekta i pristupni putevi

Tabela 5. Potrebna količina vode za jedan požar

Stepen otpornosti objekta prema požaru	Kategorija tehnološkog procesa prema ugroženosti od požara	Količina vode u litrima na sekund potrebna za jedan požar, zavisno od zapremine u kubnim metrima objekta koji se štiti						
		do 3000	3001 do 5000	5001 do 20000	20001 do 50000	50001 do 200000	200000 do 400000	iznad 400000
Vi IV	K4, K5	10	10	10	10	15	20	25
Vi IV	K1, K2, K3	10	10	15	20	30	35	-
III	K4, K5	10	10	15	25	-	-	-
I i II	K4, K5	10	15	20	30	-	-	-
I i II	K3	15	20	25	-	-	-	-

3.7. Evakuacija

Evakuacija je udaljavnje osoba, u slučaju opasnosti, od ugroženog do bezbednog mesta. Analize evakuacije obuhvataju sve osobe koje u objektu borave. Vreme evakuisanja je vreme kretanja od polaznog do bezbednog mesta. Za potrebe projektovanja usvajaju se sledeća vremena: za stambene objekte najmanje 10 minuta, za poslovne objekte najmanje 5 minuta i za javne objekte najmanje 3 minuta. Etape evakuacije su sledeće:

- *prva etapa* obuhvata kretanje ljudi od najudaljenije tačke prostorije (PM) do prvog izlaza (PI); za prostorije sa direktnim izlaskom prvi izlaz (PI) je i krajnji izlaz (KI) (30 sekundi);

- *druga etapa* predstavlja kretanje od prvog izlaza (PI) iz prostorije do etažnog izlaza (EI) ili spoljnih izlaza zgrade (hodnicima, prolazima, stepenicama); kod prostorija kod kojih EI predstavlja i izlaz napolje, druga faza praktično ne postoji (obično za prizemenu zgradu) (60 sekundi);

- *treća etapa* je kretanje ljudi od etažnog izlaza (EI) do krajnjeg izlaza (KI) (max 3 minuta);

- *četvrta etapa* je kretanje od krajnjeg izlaza (KI) do bezbednog mesta (BM).

Vreme evakuacije stanara za predmetni objekat računa se prema formuli (2):

$$t_e = t_{pe} + t_k \quad (2)$$

gde je:

t_{pe} - vreme pripreme za evakuaciju,

t_k - vreme kretanja od polaznog mesta do bezbednog mesta.

Za stambene objekte, što predmetni objekat i jeste, prema preporukama iz SRPS TP 21/2002 usvaja se da je $t_{pe} = 10$ min (najmanje 10 minuta). Druga veličina iz izraza (2) proračunava se na osnovu brzina kretanja ljudi i njihove udaljenosti od određenih izlaza (prvog izlaza, etažnog izlaza, krajnjeg izlaza), širine izlaza, broja ljudi koji se evakušu. Vreme kretanja od polaznog mesta do bezbednog mesta (t_k) dobija se kao zbir vremena evakuacije i kretanja ljudi (stanara) po etapama. Za predmetni objekta ukupno vreme evakuacije (t_e) iznosi 11, 30 minuta što je manje od maksimalno dozvoljenog koje iznosi 14, 83 minuta (0, 5+1+3+0, 333+10).

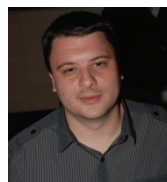
4. ZAKLJUČAK

Zaštita objekta od požara je jedan od najbitnih delova u pripremi i organizaciji građenja jednog objekta. Pre nego što se krene sa izvođenjem radova, neophodno je usaglasiti glavni izvođački projekat sa projektom protivpožarne zaštite, kako bi se svi propis ispoštovali. Ovo prvenstveno treba uraditi zbog bezbednosti ljudi koji stanuju u tom objektu i koji, pored obećanog kvaliteta stambene jedinice, očekuju i odgovarajuću zaštitu od opasnosti poput požara i posledica koje sam požar donosi kao i nuspojava tokom požara. Takođe treba istaći da je zaštita od požara bitna i tokom izgradnje objekta. Da bi se obezbedio odgovarajući nivo sigurnosti radnika na gradilištu, mora postojati odgovarajuća oprema za gašenje požara, atestirama prema pravilniku i zakonu, tako da ne može da zakaže. Potrebno je na gradilištu obezbediti odgovarajuće puteve evakuacije kao i u objektu, kako bi se u slučaju nesreće, radnici bezbedno evakuisali. Tu su i drugi faktori koji utiču na bezbednost u toku gradnje: obučenosn radnika za rukovanje sa aparatima za gašenje, čistoća gradilišta itd. Da bi zaštita uopšte funkcionisala kako treba (bilo u toku gradnje bilo u gotovom objektu) oprema za gašenje požara se mora redovno atestirati i proveravati. Moraju se ugrađivati nezapaljivi materijali i ventilacija se mora dobro ugraditi. Edukacija ljudi o prevenciji požara i stvarima koje ga izazivaju je najefikasnije sredstvo za zaštitu.

5. LITERATURA

- [1] Zakon o zaštiti od požara: „Službeni glasnik RS br. 111/2009,
- [2] Kadić M., Sekulović D.: Zaštita od požara i eksplozija, Beograd 2007.
- [3] Kadić M., Sekulović D.: Priručnik za projektante , Beograd 2010.
- [4] Isailović M.: Tehnički propisi o zaštiti požara i eksplozija sa komentarima, Beograd 2007.
- [5] Erić M. : Protivpožarna i preventivno-tehnička zaštita -inženjersko-tehnički priručnik, Čačak 2003.
- [6] Milutinović S., Zaštita od požara, GF Niš, 2008.
- [7] Purkiss J.: Fire Safety Engineering: Desing of structures -second edition, Oxford:Elsevier 2007.
- [8] Peroš B., Boko I.: Otpornost konstrukcija na požar: Preporuke za projektiranje konstrukcija otpornih na požar, GAF Split 2009.
- [9] Denoël J.F. : Fire safety and concrete structures, Belgium 2007.
- [10] Grupa autora: Tehničke preporuke za zaštitu od požara stambenih, poslovnih i javnih zgrada SRPS TP 21/2002, Beograd 2002.
- [11] Grupa autora : Pravilnik za beton i armirani beton - PBAB 87, Beograd 1987.
- [12] Radosavljević Ž. : Armirani beton 3, Beograd 2004.
- [13] <http://nikolakleutspb.blogspot.com/>
- [14] <http://www.procena-rizika.com/htm>
- [15] <http://rigips.rs/index.php>
- [16] <http://trosador.co.rs/> - aparati za gašenje požara
- [17] <http://www.vatrosprem.co.rs/> - aparati za gašenje požara

6. BIOGRAFIJA



Marko Lukić rođen je u Šapcu 1983. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo-konstrukcije odbranio je 2014. godine.

**PROCENA STANJA I SANACIJA VENTILACIONOG DIMNJAKA FABRIKE
„LOZOFAN“ U INDUSTRIJSKOM KOMPLEKSU „VISKOZA“ LOZNICA**
**ASSESSMENT AND REPAIR OF VENTILATING CHIMNEY OF FACTORY
"LOZOFAN" IN THE INDUSTRIAL COMPLEX "VISKOZA" LOZNICA**

Darko Radovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratka sadržaj – Tema ovog rada je procena stanja i sanacija ventilacionih dimnjaka fabrika „Svila“ i „Lozofan“ industrijskog kompleksa „Viskoza“ Loznica. U teorijskom delu opisani su i analizirani postupci sanacija prslina i pukotina u betonu. U praktičnom delu izvršen je detaljni vizuelni pregled konstrukcije dimnjaka na osnovu čega je izvršena procena stanja elemenata konstrukcije. Urađen je kontrolni proračun konstrukcije AB plašta dimnjaka za merodavna opterećenja prema važećim propisima. Dat je predlog ojačanja AB oplašta dimnjaka „Lozofan“, kao i predlog sanacionih mera na ostalim oštećenim elementima dimnjaka. Na kraju rada je izveden zaključak.

Abstract –The subject of this study is assessment and repair of ventilating chimneys of factories "Svila" and "Lozofan" in industrial complex "Viskoza" Loznica. In the theoretical part procedures of concrete crack repair were described and analyzed. In the practical part, a detailed visual inspection of the chimneys is done and on the basis of that the assessment of structural elements is made. Then the control calculation of the RC structure of chimney is done for appropriate loads according to applicable regulations. Proposals to strengthen RC envelope of chimney "Lozofan" as well as to repair other elements of the chimney are given. A conclusion is given in the end of paper.

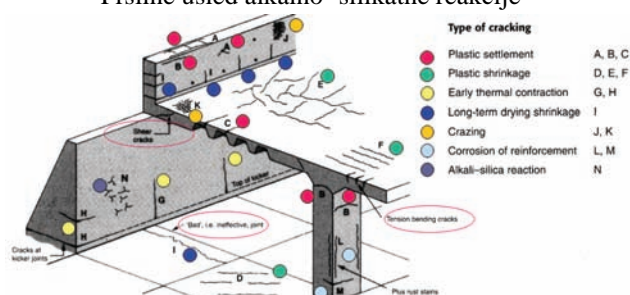
Cljučne reči: ventilacioni dimnjak, armirani beton, defekti, oštećenja, procena stanja, sanacije, ojačanja.

1. UVOD I PRIKAZ TEORIJSKOG DELA

Iako pojava pukotina u armiranom betonu nije neobična, pukotine mogu imati negativan uticaj na nosivost, funkcionalnost i trajnost konstrukcije pa je u takvim slučajevima potrebno preduzeti odgovarajuće sanacione mere. Međutim, pre svega, potrebno je utvrditi uzrok nastajanja pukotina, budući da se način tretiranja pukotina razlikuje zavisno od toga jesu li pukotine i dalje aktivne ili ne. Prsline koje se najčešće pojavljuju u toku životnog veka betonske konstrukcije su (Slika 1):

- Prsline usled plastičnog sleganja
- Prsline usled plastičnog skupljanja
- Prsline usled rane termičke kontrakcije

- Prsline usled dugotrajnog skupljanja pri sušenju (hidraulično skupljanje)
- Ispucala površina betona
- Prsline usled korozije armature
- Prsline usled alkalno- silikatne reakcije



Slika 1- Prsline koje se najčešće pojavljuju u toku životnog veka konstrukcije

Metode koje se primenjuju za zaštitu pukotina prema principima 1, 2, 3 i 4 iz standarda EN1504-10 su sledeće :

Princip 1 zaštita od ulaska:

- Površinski premaz sa sposobnošću premošćenja pukotina
- Lokalno oblaganje pukotina
- Ispunjavanje pukotina
- Pretvaranje pukotina u spojeve
- Primena membrana

Princip 2 kontrola vlage:

- Zaštita ili oblaganje

Princip 3 restauracija betona:

- Ručna primena maltera
- Ponovna ugradnja maltera
- Torkret beton ili malter

Princip 4 pojačanje konstrukcije:

- Dodatak ili zamena postojeće armature ili dodatak spoljne armature

Postoji više različitih postupaka koje se primenjuju za sanaciju pukotina, neki od njih su:

Površinska zaštita polimerima može biti vrlo efikasna za sanaciju nekih pukotina. Upotrebljava se tečnost koja sadrži monomere, koji kasnije polimerizuju i pretvaraju se u krutu materiju. U ovu svrhu najčešće se upotrebljava metil metakrilat.

Postupak premošćenja pukotine uglavnom se koristi za sanaciju pukotina nastalih u masivnim betonskim elementima usled površinskog sušenja i ostalih uzroka, koje se mogu proširiti na novi beton tokom dalje gradnje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Mirjana Malešev.

Takve se pukotine mogu zatvoriti postupkom premoščavanja pukotina, proširivanjem naprezanja na zatezanje na veću površinu betona.

Utiskivanje suvog materijala se izvodi ručno ugradnjom maltera sa malim udelom vode. Nakon toga se ugrađeni materijal nabija, pa se na taj način postiže dobra veza ugrađenog maltera sa postojećim betonom. Ova tehnika se primenjuje za ispunjavanje pukotina koje nisu aktivne.

Zasecanje i zapunjavanje može se primeniti kada nije potrebna obnova strukture betona. Uključuje proširenje pukotine na površini i popunjavanje prikladnim sredstvom za zapunjavanje.

Najčešće se upotrebljava na horizontalnim površinama kao što su podovi. Kao sredstvo za zapunjavanje može poslužiti bilo koji od sledećih materijala: epoksidne smole, uretani, silikoni, polisulfidi, asfaltni materijali ili polimerni malteri.

Nadslojem maltera ili betona od polimerom modifikovanog betona ili maltera, mogu se sanirati fine neaktivne pukotine nastale u betonskim pločama.

Injektiranje epoksidnim materijalima pokazalo se veoma efikasno kod sanacija pukotina nastalih na zgradama, mostovima, branama i ostalim betonskim konstrukcijama. Epoksidima se mogu injektirati veoma fine prsline širine 0,05 mm a iz ekonomskih razloga kao gornja granica za injektiranje prsline epoksidima uzima se širina prsline od 0,3 mm. Tehnika se sastoji od postavljanja "packera" duž pukotina, zaptivanja pukotine na površini betona i injektiranja epoksidne mase pod pritiskom.

Za **gravitaciono nalivanje** prsline širine 0,05-0,2 mm primenjuju se niskoviskozni monomeri i smole, kao što su teški metakrilati, uretani i neke niskoviskozne smole.

Injektiranje cementnim malterom se primenjuje za sanaciju širokih pukotina, posebno onih koje su nastale na branama ili debelim betonskim zidovima. Tehnika je dobra za zaustavljanje prodora vode, ali nije u stanju obnoviti konstrukcijsku vezu ispucanog dela.

Povezivanje uključuje bušenje rupa sa obe strane pukotine i ugradnju spajalica u obliku slova "U" vertikalno na pukotinu. Primenom ove tehnike povećava se krutost i nosivost elementa.

Tehnika ojačanja armaturom je dobra za sanaciju nosača armiranobetonskih mostova, a sastoji se od zaptivanja pukotine, bušenja rupa vertikalno na smer pružanja pukotine, injektiranje rupa i pukotina epoksidom i ugradnje armaturnih šipki u rupe. Obično se koristi armatura prečnika šipki Ø12 do Ø16 mm, dužine 0,5 m sa svake strane pukotine.

Naknadno prednaprezanje često je dobro rešenje kada je potrebno ojačati veliki element ili kada je potrebno potpuno zatvoriti pukotine koje su se pojavile. Za obnavljanje pritisne čvrstoće koriste se prednapregnute zatege ili šipke.

2. PROCENA STANJA DIMNJAKA

2.1 Uvod

Radi procene stanja ventilacionih dimnjaka fabrika „Svila“ i „Lozofan“ u industrijskomg kompleksu „Viskoza“ u Loznici, izvršen je detaljan vizuelni pregled. Na slikama 2 i 3 dati su izgledi dimnjaka.



Slika 2- Izgled dimnjaka fabrike "Svila"



Slika 3- Izgled dimnjaka fabrike "Lozofan"

Ventilacioni dimnjaci su izgrađeni u periodu od 1966 do 1968 godine. Kroz dimnjake su prolazili gasovi konstantnog hemijskog sastava. Za vreme rada fabrike dimnjaci su uvek bili u funkciji, a prekidi u radu su bili samo u slučajevima redovnog održavanja dimnjaka, najčešće jednom godišnje. Fabrika je prestala da radi 1994 godine i od tada dimnjaci nisu u funkciji.

2.2. Konstruktivni sistem

Dimnjaci su ukupne visine 90m, a noseća konstrukcija je monolitna armirano betonska visine 82m u odnosu na kotu terena, kružnog prstenastog preseka prečnika 7m i debljine AB zida 20cm. Noseća konstrukcija štiti konstrukciju dimovodne cevi, koja je urađena od kiselootporne opeke.

U unutrašnjosti dimnjaka, ispod ozida od kiselootporne opeke i ulaza dimovodnih kanala, izvedena je kružno konusna AB ploča- levak za skupljanje kondenzata koja je oslonjena po obimu na kružni prsten od opeke.

Dimovodna cev od kiselootporne opeke je oslonjena na prstenasto ojačanje konusne ploče i urađena je kao kontinualna cev prečnika 5,30m do vrha dimnjaka opekrom debljine 15 cm. Ona se u horizontalnom pravcu oslanja na AB plašt preko horizontalnih AB prstenastih konzola na razmaku 10m u vertikalnom pravcu. Dimovodna cev od kiselootporne opeke je od 82og metra pa do vrha zaštićena nazitkom od radijalne opeke, koji se oslanja na završnu AB ploču plašta. Nadzidak od

radijalne opeke je utegnut standardnim metalnim obručevima. Na spoljašnoj strani plašta su postavljene penjalice do vrha dimnjaka.

Dimnjak je fundiran na stopi od armiranog betona visine 2m koja je šestougaonog oblika.

2.3. Detaljan vizuelni pregled

Detaljniji pregled konstrukcije bio je ograničen samom visinom konstrukcije, tačnije nije postojala bezbedna mogućnost za pregled na većoj visini zbog nesigurnih penjalica. Vizuelnom pregledu su podvrgnuti svi dostupni elementi konstrukcije, odnosno:

- armirano betonski plašt
- nadzidak od radijalne opeke
- unutrašnji ozid od radijalne opeke
- unutrašnja prstenasta ploča
- penjalice i gromobrnska instalacija

Vidljivi defekti uočeni vizuelnim pregledom su:

- nedovoljna debljina zaštitnog sloja,
- geometrijska imperfekcija,
- betonka gnezda i zone segregacije,
- loše izvedeni horizontalni nastavci betoniranja
- ekscentritet vertikalne ose dimnjaka.

Vizuelnim pregledom detektovana su sledeća oštećenja:

- mrlje na betonu od korozije
- korozija armature,
- otpadanje zaštitnog sloja betona,
- korozija metalnih obručeva za utezanje,
- tragovi eflorescencije i ljuskanje radijalne opeke,
- korozija vertikalnih penjalica i zaštitne ograde,
- vertikalne i horizontalne prsline,
- naslage krečnjaka u unutrašnjosti dimnjaka

Najznačajnija oštećenja su vertikalne pukotine u osama plašta (Slika 4), od kojih se izdvaja ona u osi jedan koja je široka 10mm. Horizontalne pukotine su manje uočljive.



Slika 4- Vertikalne i horizontalne prsline u osama jedan i dva plašta

Nedovoljna debljina zaštitnog sloja betona, loše izvedeni prekidi betoniranja, korozija zaštitne ograde i penjalica su lako uočljivi (Slika 5).



Slika 5- Mali zaštitni sloj betona, loše izvedeni nastavci betoniranja, korozija zaštitne ograde i penjalica

Na mestima otvora za dovodnu instalaciju gasova u dimnjak došlo je do deterioracije betona i korozije armature koja je svojom zapremiskom deformacijom istisnula zaštitni sloj betona (Slika 6).



Slika 6- Korozija armature i otpadanje zaštitnog sloja betona

Na nadzidku od radijalne opeke postoje jasno uočljivi tragovi eflorescencije, koji su posledica rastvaranja i iznošenja na površinu opeka soli rastvorljivih u vodi. Na mestima oko obručeva za utezanje su ispale pojedine opeke, a usled rastrešenosti veći broj opeka je pomeren iz prvobitnog položaja. Uočljivo je i da je iz spojnica ispran malter (Slika 7).



Slika 7- Tragovi eflorescencije, ispale opeke, ispran malter iz spojnica i rastrešen nadzidak

U samoj unutrašnjosti zapaža se velika količina vlage koja ulazi u deo između obzida i AB plašta kroz tri otvora za dovodnu instalaciju gasova. Ova voda prodire kroz prstenastu ploču i uzrokuje pojavu naslaga krečnjaka i soli na betonskim površinama (Slika 8).



Slika 8- Nataloženi krečnjak, korozija armature otpadanje zaštitnog sloja betona

2.4. Nedestruktivna ispitivanja

Da bi se imao uvid u kvalitet ugrađenih materijala vršena su nedestruktivna ispitivanja. Radi provere čvrstoće betona na pritisak pristupilo se ispitivanju površinske tvrdoće pomoću sklerometra. Kvalitet ispitanog betona je zadovoljavajući i odgovara projektovanoj marci betona MB30 za oba dimnjaka. Kolorimetrijskom metodom je utvrđeno da beton nije zahvaćen procesom karbonatizacije.

3. PRORAČUN KONSTRUKCIJE

Proračun i analiza elemenata konstrukcije izvršeni su korišćenjem specijalizovanog programa za strukturalnu analizu- Radimpex Tower 6.0. Za proračun su uzeta opterećenja po važećem standardima a sam proračun je izveden po važećoj teoriji graničnog stanja nosivosti za armiranobetonske elemente. Seizmički proračun je urađen pomoću programskog paketa Tower metodom ekvivalentnog statičkog opterećenja. Objekat se nalazi u VIII seizmičkoj zoni.

Nakon izvršenog proračuna uzimajući u obzir marodavnu kombinaciju uticaja zaključeno je da je zbog nedostatka armature u armirano betonskom plaštu ugrožena nosivost dimnjaka.

4. PREDLOG SANACIJE DIMNJAKA

Tokom vizuelnog pregleda dimnjaka ustanovljeno je da je sve elemente potrebno podvrgnuti sanaciji u cilju "popravljanja" uočenih defekata i oštećenja.

U tabeli 1 date su operacije koje su predviđene u okviru sanacije elemenata konstrukcije.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršenog detaljnog vizuelnog pregleda konstrukcije ventilacionih dimnjaka fabrike „Svila“ i „Lozofan“, urađena je procena stanja objekata. Na osnovu procene stanja dat je predlog sanacionih mera kojima će se ispraviti svi navedeni prisutni nedostaci. Predlogom sanacionih mera obuhvaćen je dimnjak fabrike „Lozofan“ kako bi se uspostavila njegova trajnost i funkcionalnost. Donet je i zaključak o nivou sigurnosti i upotrebljivosti dimnjaka na osnovu koga se javlja potreba za ojačanjem noseće konstrukcije – AB plašta, kako bi se uspostavila

Tabela 1-Predlog sanacije oštećenih elemenata konstrukcije

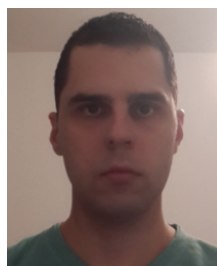
Element konstrukcije	Predlog sanacije
AB Plašt	obrada površinskog sloja betona, zatvaranje pukotina i prslina, izvođenje novog plašta od kote 0 m do kote 30 m i nadoknada armature, utezanje plašta karbonskim trakama od kote 30 m do kote 82 m
Nadzidak	zamena oštećenih opeka i malterskih spojnice, uklanjanje tragova eflorescencije, zamena obručeva za utezanje, malterisanje
unutrašnji ozid od radialne opeke	uklanjanje tragova eflorescencije, sprečavanje prodora kapilarne vlage
unutrašnja prstenasta ploča	Uklanjanje betona, čišćenje armature, zatvaranje prslina
Penjalice i gromobrnska instalacija	zamena penjalica zaštitne ograde i gromobrnske instalacije

njegova nosivost i stabilnost. Deo nekonstrukcijskih sanacionih mera se mogu primeniti i za sanaciju dimnjaka fabrike „Svila“ kako bi se vratile njegova funkcionalnost i trajnost.

6. LITERATURA

- [1] V. Radonjanin, M. Malešev: *Literatura za izvođenje nastave na predmetu „Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija“*, Fakultet tehničkih nauka - odsek građevinarstvo, Novi Sad.
- [2] V. Radonjanin, M. Malešev: *Literatura za izvođenje nastave na predmetu „Oštećenja i sanacija zidanih konstrukcija“*, Fakultet tehničkih nauka - odsek građevinarstvo, Novi Sad.
- [3] V. Radonjanin, M. Malešev: *Literatura za izvođenje nastave na predmetu „Sanacija betonskih konstrukcija“*, Fakultet tehničkih nauka - odsek građevinarstvo, Novi Sad.
- [4] M. Muravljev: *„Osnovi teorije i tehnologije betona“*, Građevinska knjiga, Beograd 2000.
- [5] Ž. Radosavljević, D. Bajić: *Armirani beton, „Elementi armirano-betonskih konstrukcija“*, Građevinska knjiga Beograd 2004.
- [6] J. Radić i suradnici: *Betonske konstrukcije-Sanacije*, Građevinski fakultet sveučilišta u Zagrebu – Zagreb 2010.
- [7] *Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima, (Sl.list SFRJ 03.1.1981.)*.
- [8] Z. Brujić: *Skripta sa predavanja betonske konstrukcije*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.

Kratka biografija:



Darko Radovanović, rođen je u Zvorniku 1986. god. Master rad na Departmanu za građevinarstvo i geodeziju iz oblasti – Procena stanja i sanacija građevinskih objekata odbranio je januara 2014.god.

ХИДРАУЛИЧКА АНАЛИЗА РАВАНСКОГ СТРУЈАЊА ВОДЕ КРОЗ ПОРОЗНУ СРЕДИНУ И ПРИМЕНА МОДЕЛА SEEP/W**HYDRAULIC ANALYSIS OF PLANAR WATER FLOW THROUGH POROUS MEDIA AND APPLICATION OF MODEL SEEP/W**Немања Милановић, Матија Стипић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО**

Кратак садржај – У мастер раду су дате теоријске основе раванског струјања воде у порозној средини. Описан је принцип нумеричког моделирања преко модела нумеричке анализе – софтверског пакета SEEP/W.

Циљ рада је да се на конкретним примерима (бродска преводница Бездан, брана Месић, Сунчани кеј у Новом Саду, насип од Беочина до Черевиха) покаже да се са задовољавајућом тачношћу могу решити проблеми користећи се само студентском верзијом која је бесплатна

Abstract – Master thesis shows theoretical basis of planar flow through porous media. It describes the principle of numerical modeling using softver package SEEP/W.

The aim of this thesis is to show on a particular example (Ship lock Bezdan, dam Mesić, Sunny quay in Novi Sad, embankment between Beočin and Čerević) how, with satisfied result accuracy, can be sloved problems using only student license.

Кључне речи: Струјање кроз порозну средину, хидраулика подмених вода, нумеричко моделовање, примена SEEP/W

1. УВОД

Струјање воде кроз тло важан је аспект механике тла. Оно се остварује у разним геотехничким ситуацијама и оним хидротехничким које укључују тло. Основу за проучавање струјања воде у порозној средини представља експериментални рад Дарсија. На основу овог рада изведен је Дарсијев закон филтрације, који дефинише кретање слободне воде кроз порозну средину. Струјање кроз порозну средину подразумева кретање воде кроз насипе и земљане бране, испод објеката, итд Филтрациона линија представља линију слободне површине воде у тлу. Познавање положаја филтрационе линије омогућава да се утврди тежина и кохезија свих делова насипа, одреди место за дренажу и филтер, односно да се процени количина провирне воде тј. филтрациони протисај.

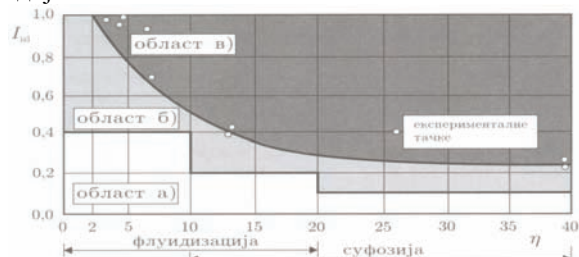
2. СУФОЗИЈА И ФЛУИДИЗАЦИЈА

При струјању кроз порозну средину на низводном крају који је често под водом, одвијају се процеси

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Матија Стипић, дипл. инж. грађ.

који могу битно да промене режим струјања. Суфозија је испирање и "изношење" ситних зрна из порозне средине услед стварне брзине струјања и то је је дуготрајан процес. Флуидизација је подизање земљишта услед разлике пијезометарских кота ΔP . Настаје када хидродинамичка сила воде која провире навише постане већа од тежине тла. Тло у потпуности губи носивост и долази до слома тла. И суфозија и флуидизација зависе од вредности коефицијента униформности зрна, η , и излазног градијетна I_{izl} . Екепериментала истраживања В. С. Истомине показују да услов дефинисан теоријским критичним излазним градијентом (<1) није довољан да обезбеди стабилност порозне средине. На слици 1 је приказан дијаграм појаве суфозије и флуидизације у зависности од коефицијента униформности зрна и излазног градијетна.



Слика 1. Дијаграм појаве суфозије и флуидизације

3. МОДЕЛ СТРУЈАЊА КРОЗ ПОРОЗНУ СРЕДИНУ -SEEP/W-

Програмски пакет SEEP/W развијен је од стране GEO-SLOPE International Ltd., Canada. Софтвер, методом коначних елемената, анализира процедурне и подземне воде са променом порног притиска унутар материјала. Проблеми који могу да се реше у овом софтверу крећу се од једноставних проблема устаљеног струјања у засићеним срединама до временско променљивих проблема у засићеним-незасићеним условима.

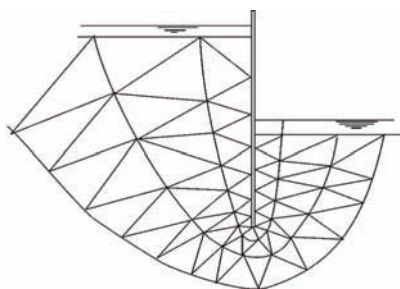
3.1. Нумерички модел

Нумерички модел је математичка симулација реалног физичког процеса. SEEP/W је нумерички модел који математички симулира стварни физички процес течења воде кроз једну посебну средину. Нумеричко моделовање је чисто математичко. Предност нумеричког моделовања у односу на друге методе је што могу врло брзо да се поставе, могу да се користе за испитивање бројних различитих сценарија, дају информације и резултате на било ком месту на

пресек, могу да се прилагоде разним граничним условима.

3.2. Метода коначних елемената

SEEP/W нумерички модел се базира на методи коначних елемената. Метода коначних елемената представља моћно средство анализе у теорији конструкција, док се у грађевинској хидротехници и Механици флуида мање користи. Изузетак су подземне воде јер су Лапласова и Поасонова једначина доста сличне једначинама које се користе у теорији еластичности. Метода коначних елемената је у значајној предности у односу на друге методе када се ради о неправилним областима струјања и наглој промени основних величина у близини појединих локалитета. Постоје три главна дела анализе коначних елемената. Први је дискретизација, подела домена на мање површине које су назване елементи – SEEP/W модел сам прави мрежу коначних елемената. Други део је утврђивање и одређивање својстава материјала. Трећи је утврђивање и примена граничних услова. Када се утврде, други и трећи део се врло лако задају у програму.



Слика 2. Дискретизована области струјања испод прибоја

4. СТУДИЈЕ СЛУЧАЈА

4.1. Провера филтрационе стабилности бродске преводнице "Бездан"

4.1.1. Увод

Дуги низ година стара бродска преводница у Бездану није у употреби због стања у коме се налазе њена конструкција и хидромеханичка опрема. Представља важан објекат у оквиру хидросистема ДТД и као таква потребно је да буде у функцији.

Овај део рада је усмерен на анализу филтрационе стабилности тла и на могућност појаве суфозије и флуидизације и поређење тих резултата са резултатима из главног пројекта санације бродске преводнице "Бездан". Као критеријум оцене коришћен је експериментални рад В.С. Истомина и дијаграм са слике 1.

4.1.2. Анализа филтрационе стабилности из главног пројекта

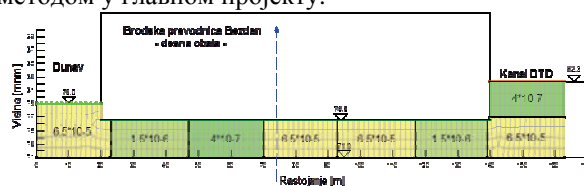
Анализа филтрационе стабилности рађена је приближном методом, за два екстремна случаја, тј. један када је максималан ниво воде у Дунаву, а минималан ниво у каналу и други када је максималан ниво у каналу и минималан ниво у Дунаву. Коришћена је следећа формула за приближно одређивање градијента филтрације:

$$I_{izl} = \frac{\Delta H}{L}$$

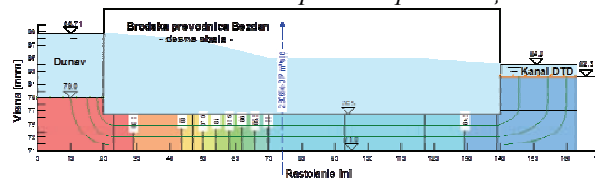
У првом случају добијени излазни градијент је 0,039, а у другом 0,051. Закључено је да теоријски не постоји опасност од губитка филтрационе стабилности.

4.1.3. Анализа филтрационе стабилности бродске преводнице помоћу SEEP/W нумеричког модела

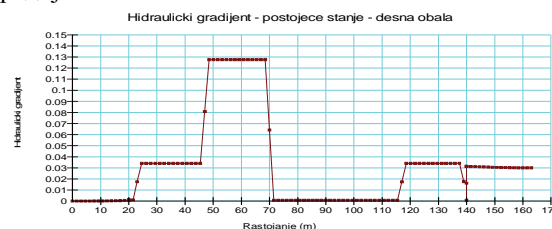
Модел бродске преводнице са усвојеним референтним вредностима коефицијента филтрације (реда величина 10^{-7} , 10^{-6} , 10^{-5}) које су усвојене на основу геомеханичког дела из главног пројекта, приказан је на слици 3, а на слици 4 је приказано решење анализе, где је очитан излазни градијент који има вредност 0,0316 што је приближно иста вредност оној израчунатој у пројекту. У другом случају анализираног струјања од канала ка Дунаву очитана вредност излазног градијента је 0,0556, што је такође слична вредност оној израчунатој приближном методом у главном пројекту.



Слика 3. Модел бродске преводнице



Слика 4. Решење струјања испод бродске преводнице
На слици 5 се види дијаграм промене хидрауличног градијента.



Слика 5. Дијаграм промене хидрауличног градијента

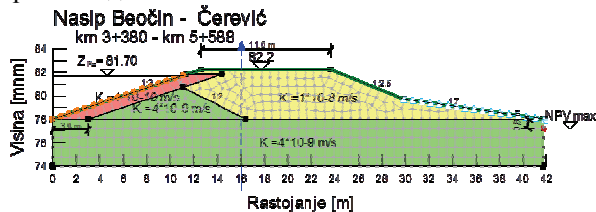
Применом програма SEEP/W је такође закључено да нема опасности од суфозије и флуидизације, као и у главном пројекту санације бродске преводнице.

4.2 Анализа положаја филтрационе линије и количине провирне воде кроз брану "Месић"

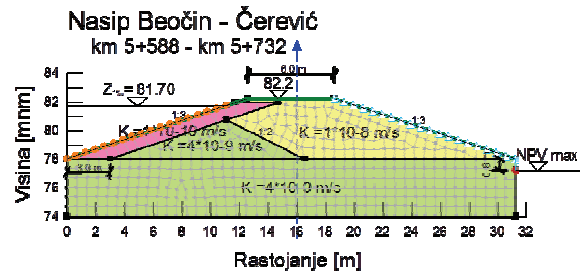
4.2.1. Увод

На km 7+250 од ушћа потока Месић у Вршачки канал изграђена је брана са акумулацијом Месић, непосредно узводно од града Вршац. Њена улога је да прикупи и задржи воде које се формирају на падинама Вршачког брега и на тај начин заштити од плавлена градско подручје Вршца. У склопу редовног годишњег прегледа констатована су озбиљна оштећења на круни и косини бране. Јавила се потреба за израдом главног пројекта санације који треба да садржи део са хидрауличким прорачуном положаја филтрационе линије и количине провирне воде која дотиче у дренажу.

анализираној деоници постоје два карактеристична попречна пресека насипа који су приказани на доњим сликама. Виде се вредности коефицијента филтрације материјала од којих је израђено тело насипа, глинене екран и подлога насипа.

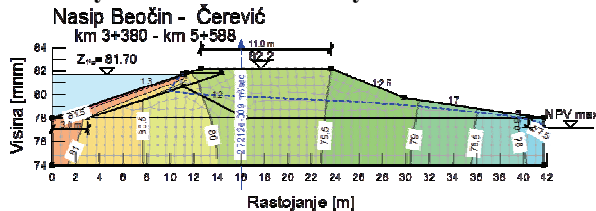


Слика 12. модел насипа - туп 1

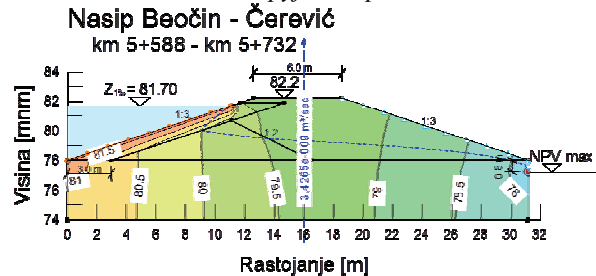


Слика 12. модел насипа - туп 2

4.4.3. Резултат анализе и закључак



Слика 13. Решење струјања кроз насипи тупа 1



Слика 14. Решење струјања кроз насипи тупа 2

Прорачун филтрационе линије је показао да је насип добро пројектован и да не постоји опасност од појаве истицања воде на брањеној ножици. Такође не постоји ни опасност од рушења насипа у условима стогодишње и хиљадугодишње велике воде. Може се рећи да пројектовани глинене екран извршава своју улогу, тј. довољно обара филтрациону линију на самом почетку струјања кроз насип, тако да вода не изивире на брањеној ножици

5. ЗАКЉУЧАК

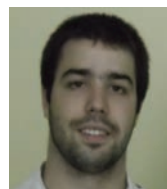
Сви проблеми су решавани у ограниченој, студентској верзији програма SEEP/W. Решавањем поменутих анализа, закључује се да огроман број проблема може се урадити и у ограниченој верзији. Врло лако и брзо се долази до положаја провирне линије, количине провирне воде, хидрауличког градијента, дијаграма силе узгона, струјне мреже итд. Сви ови подаци су потребни при пројектовању хидротехничких објеката, као што су насипи, земљане бране, бетонске бране, преводнице. Ограничена (Student) верзија овог

програма омогућава да се донесу квалитетне квантитативне прогнозе неког параметра. Могућности ограничене, студентске верзије су веома широке и свакако је нумерички алат SEEP/W веома добар алат за решавање разноликих проблема струјања воде кроз порозну средину, а то је показано кроз четити примера обрађена овим мастер радом.

6. ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Капор, Р., Хидраулика, Грађевински факултет, Београд, 2011.
- [3] Хајдин, Г., Механика флуида – књига трећа – Додатна поглавља, Грађевински факултет, Београд, 2002.
- [5] Вуковић, М., Соро, А., Динамика подземних вода, Посебна издања књига 25, Институт за водопривреду "Јарослав Черни", Београд, 1984.
- [6] Иветић, М., Рачунска Хидраулика – Струјање воде у порозним срединама, Грађевински факултет, Београд, 2001.
- [7] Стипић, М., Колаковић, С., Модел струјања воде кроз порозну средину SEEP/W 2007, Факултет техничких наука, Нови Сад, 2013.
- [8] Енергопројект Хидроинжењеринг а.д., Главни пројекат – Санација бродске преводнице "Бездан", књига 1, Београд, 2010.
- [9] Хидрозавод ДТД – Нови Сад, Идејно решење – Заштита града Вршца од великих вода потока Месић, Нови Сад, 1976.
- [10] ЈВП Воде Војводине, Конкурсна документација – Хитне услуге израде главног пројекта санације бране "Месић" на потоку Месић, Нови Сад, 2013.
- [11] ИК Консталтинг и пројектовање Д.О.О., Идејни пројекат, Студија оправданости и студија утицаја на животну средину, за изградњу одбрамбене линије на десној обали реке Дунав од Беочина до Черевиха од км 3+380 до км 6+700, Београд, 2008.
- [12] Колаковић, С., Анализа положаја филтрационе линије и филтрационог тока воде – Главни пројекат за озелењавање привремених површина на Сунчаном кеју од Булеvara Цара Лазара до моста Слободе у Новом Саду, АД "ВОЈВОДИНАПРОЈЕКТ", Нови Сад, 2012.

Кратка биографија:



Немања Милановић рођен је у Новом Саду 1989. год. Дипломски-мастер рад на факултету техничких наука из области Грађевинарство – Хидротехника одбранио је 2014. године.



Матија Стипић рођен је у Сомбору 1964. Године. Докторирао је на Факултету техничких наука 2009. год., а од 2011. има звање доцента. Област интересовања су хидраулика и комунална хидротехника.

IZBOR OPTIMALNE TEHNOLOGIJE I PLANIRANJE IZGRADNJE DVA MAGACINA U NOVOM SADU**THE OPTIMAL TECHNOLOGY SELECTION AND PLANNING THE CONSTRUCTION OF TWO WAREHOUSES IN NOVI SAD**

Slobodan Janjić, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je razmatran problem izgradnje dva magacina za poljoprivredne proizvode i mehanizaciju u Novom Sadu. Tri varijante, kombinacije tehnologije i tipa glavnog krovnog nosača, vrednovane su po količini materijala, troškovima i roku izgradnje. Za izabrano optimalno rešenje planirana je dinamika izgradnje konstrukcije objekta.

Abstract – This paper discusses the construction of two warehouses for agricultural produce and mechanics in Novi Sad. Three versions, combinations of technology and the main type of roof support, the amount of material, expenses and the construction period. For the optimal choice of solution the construction dynamic of the constructed object is planned.

Cljučne reči: tehnologija, tehnološka analiza, kriterijumi, optimizacija, planiranje, dinamika izgradnje

1. UVOD

U radu je razmatran problem izgradnje dva magacina za poljoprivredne proizvode i mehanizaciju na Sajlovu u Novom Sadu. Opisani su tehnički uslovi građenja, konstrukcija hala sa pregradama i oblogama, tehnologija izvođenja radova i mehanizacija koja je korišćena pri izgradnji hala.

Na osnovu tradicionalne tehnologije izgradnje objekata (koja je usvojena u projektu), u cilju uštede u materijalu, novcu i roku izgradnje, razmotreni su i drugi mogući načini izgradnje. Predložena su dva nova rešenja, sa montažnom tehnologijom izrade elemenata konstrukcije i varijacijom krovne konstrukcije (čelična ili prefabrickovana betonska konstrukcija). Prema postavljenim kriterijumima: količini materijala (betona i armature), roku izgradnje i troškovima izrade, izabrana je optimalna varijanta i planirana dinamika izgradnje konstrukcije objekta.

2. OPIS OBJEKTA

Projektovane hale su pravougaonog oblika, dimenzija u osnovi 10x30m, visine 7.27m. Površina jedne hale je 300m², pa je ukupna površina objekta 600m².

Konstruktivski sistem hala je skeletni, a čine ga armirano-betonski stubovi povezani armirano-betonskim gredama. Stubovi su poprečnog preseka 25x40cm, 25x25cm, a

grede dimenzija 25x30 cm i 25x50 cm. Projektovane hale su u konstrukcijskom smislu samostalne. Konstrukcija objekta je fundirana na temeljima samcima, povezanim temeljnim gredama.

Spoljašnji zidovi obe hale zidani su opekom debljine 25cm, malterisani produžnim malterom 1:3:9. Unutrašnji zidovi su takođe zidani opekom debljine 25cm i 12cm u produžnom malteru 1:3:9. Krovna konstrukcija se nalazi na koti + 7.27m, a nagib krovne ravni je 8%. U analizama pri izboru optimalne tehnologije variran je tip glavnog krovnog nosača. Krovna konstrukcija je u dve varijante koje se razmatraju u ovom radu (čelični rešetkasti nosači i čelične rožnjače). U trećoj varijanti krovna konstrukcija je formirana od prefabrikovanih betonski elemenata iz sistema Novotehne Novi Sad, puni glavni nosači i rožnjače.

3. TEHNOLOGIJA IZGRADNJE OBJEKTA

Izgradnja objekta predstavlja kompleksan proces rada, pa zahteva ozbiljan pristup u rešavanju svih njegovih segmenata.

Hale su građene na zemljištu druge kategorije. Teren je predhodno očišćen i pripremljen za zemljane radove. Zemljani radovi su izvedeni prema projektu i visinskim kotama koje su date u projektu.

Svi betonski i armirački radovi su izvedeni prema projektu, statičkom proračunu, važećim standardima i pravilnicima za beton i armirani beton. Beton se spravlja, ugrađuje i transportuje, neguje i ispituje na probnim uzorcima po odredbama koje propisuje važeći Pravilnik. Prijem postavljene armature sa aspekta i broja prečnika ugrađenih šipki, treba da vrši ovlašćeni nadzorni organ koji konstatuje stanje i daje dozvolu za betoniranje kroz građevinski dnevnik. Oplata betonskih elemenata mora biti tačno izrađena po merama datim u projektu, kako bi elementi zadržali svoje projektovane dimenzije.

Da bi se pojedine vrste radova efikasno izvršile neophodno je izabrati adekvatnu mehanizaciju i opremu. Građevinske mašine i transportna sredstva za izgradnju hala, izabrana su na osnovu obima predviđenih radova, ekonomskih faktora, prostora i uslova na gradilištu. Glavno transportno sredstvo na gradilištu je toranjska dizalica tipa "Liebherr 65 K".

4. IZBOR OPTIMALNE TEHNOLOGIJE IZGRADNJE KONSTRUKCIJE HALE

Građevinski objekti se mogu izvoditi monolitno ili montažno, pa se postavlja pitanje: da li je bolje graditi na licu mesta (monolitno) ili gotove elemente transportovati i

NAPOMENA:

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

montirati (montažno), tj. koja tehnologija je pogodnija pri izgradnji konkretnog objekta?

U ovom radu su varirana dva načina izvođenja konstrukcije:

- monolitna tehnologija – tradicionalan način izvođenja konstrukcije, na gradilištu i
- montažna tehnologija - elementi konstrukcije su usvojeni iz proizvodnog pogona preduzeća Novotehne iz Novog Sada [3],

sa ciljem da se za ovaj objekat usvoji optimalno rešenje.

Osim tehnologije varirani su i tipovi krovne konstrukcije (glavni krovni nosač i rožnjače):

- čelični rešetkasti nosač i čelične rožnjače,
- prefabrikovani betonski puni glavni nosač i rožnjače.

Kombinacijom različitih tehnologija i tipova nosača u radu su definisana tri varijanta rešenja :

- Varijanta 1. – monolitni način izvođenja elemenata konstrukcije sa čeličnom krovnom konstrukcijom,
- Varijanta 2. – montažni način izvođenja elemenata konstrukcije sa sa čeličnom krovnom konstrukcijom,
- Varijanta 3. – montažni način izvođenja elemenata konstrukcije sa betonskom prefabrikovanom krovnom konstrukcijom.

U cilju izbora optimalne tehnologije izvođenja konstrukcije, za posmatrani objekat, izabrani su tehnološko-ekonomski pokazatelji: utrošak osnovnog materijala, troškovi i vreme izgradnje konstrukcije [1].

Definisani su kriterijumi analize u obliku:

- TAK-1 - utrošak betona [m³/m²],
- TAK-2 - utrošak armaturnog čelika [kg/m²],
- TAK-3 - troškovi izrade (proizvodnje, transporta i montaže) noseće konstrukcije [€/m²],
- TAK-4 - rok izrade (montaže) konstrukcije [dani].

4.1. Utrošak osnovnog materijala

Količine materijala (beton, armatura), za prvo varijantno rešenje su dobijene na osnovu statičkog proračuna i svi podaci vezani za prvu varijantu su preuzeti iz raspoložive projektne dokumentacije (tabela 1 i 2).

Tabela 1. Utrošak osnovnog materijala za 1. varijantu

Element	Beton [m ³]	Čelik [kg]
Temeljne stope	71.25	1085.24
Temeljne grede	5.18	1240.9
Stubovi	13.9	880
Grede	12.45	1210.65
Krovna konstr.	/	5350
UKUPNO :	102.78	9766.79

Tabela 2. Vrednosti pokazatelja tehnološke analize TAK-1

VARIJANATA 1.	
Beton [m ³]	102.78
Čelik [kg]	9766.79
Površina hale od 300 m ²	
TAK-1 [m³/m²]	0.343
TAK-2 [kg/m²]	32.56

U drugoj i trećoj varijanti u kojima je primenjena montažna tehnologija, na osnovu specifikacije (vrste, tipa i broja elemenata) korišćeni su podaci o utrošku materijala iz preduzeća Novotehna, Novi Sad, čiji su elementi usvojeni za rešenje konstrukcije (tabele 3,4,5 i 6).

Tabela 3. Utrošak osnovnog materijala za 2. varijantu

Element	Beton [m ³]	Čelik [kg]
Temeljne čašice	23.87	874
Temeljne grede	9.79	1221.69
Stubovi	11.06	530.48
Grede	12.6	704.94
Krovna konstrukcija	/	5350
UKUPNO :	57.32	8681.11

Tabela 4. Vrednosti pokazatelja tehnološke analize TAK-1

VARIJANATA 2.	
Beton [m ³]	57.32
Čelik [kg]	8681.11
Površina hale od 300 m ²	
TAK-1 [m³/m²]	0.191
TAK-2 [kg/m²]	28.94

Tabela 5. Utrošak osnovnog materijala za 3. varijantu

Element	Beton [m ³]	Čelik [kg]
Temeljne čašice	23.87	874
Temeljne grede	9.79	1221.69
Stubovi	11.06	530.48
Grede	12.6	704.94
Krovna konstr.	28.28	3875.55
UKUPNO :	85.06	7206.66

Tabela 6. Vrednosti pokazatelja tehnološke analize TAK-1

VARIJANATA 3.	
Beton [m ³]	85.06
Čelik [kg]	7206.66
Površina hale od 300 m ²	
TAK-1 [m³/m²]	0.284
TAK-2 [kg/m²]	24.02

4.2. Troškovi izrade noseće konstrukcije

Troškovi izrade konstrukcije za prvo varijantno rešenje su izračunati na osnovu građevinskih normi. Troškovi proizvodnje, transporta i montaže prefabrikovanih elemenata za drugo i treće varijantno rešenje su preuzeti iz firme „ Novotehna“ iz Novog Sada. U tabeli 7 dati su troškovi izrade konstrukcije za prvu varijantu, a u tabelama 8 i 9 za drugo i treće varijantno rešenje.

Tabela 7. Troškovi izrade

VARIJANATA 1.	
Troškovi izrade [din]	2.808.950.61
Površina hale od 300 m ²	
TAK-3 [din/m²]	9363.17
TAK-3 [€/m²]	93.63

Tabela 8. Troškovi proizvodnje transporta i montaže

VARIJANATA 2.	
Troškovi izrade [din]	1.461.639.75
Površina hale od 300 m ²	
TAK-3 [din/m²]	4872.13
TAK-3 [€/m²]	44.29

Tabela 9. Troškovi proizvodnje transporta i montaže

VARIJANATA 3.	
Troškovi izrade [din]	1.223.593,5
Površina hale od 300 m ²	
TAK-3 [din/m ²]	4078,65
TAK-3 [€/m ²]	37,08

4.3. Rok izrade konstrukcije

Vreme izrade konstrukcije (varijanta 1.) i vreme montaže elemenata konstrukcije za drugo i treće varijantno rešenje, tj. vrednosti četvrtog kriterijuma tehnološke analize dati su tabeli 10.

Tabela 10. Vreme izrade konstrukcije

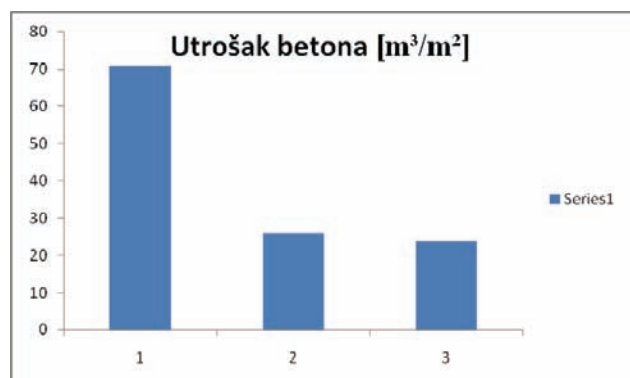
	VAR. 1.	VAR. 2.	VAR. 3.
TAK-4 [dani]	43	13	12

Rekapitulacija svih pokazatelja tehnološke analize za ceo objekat (dve hale) dati su u tabeli 11.

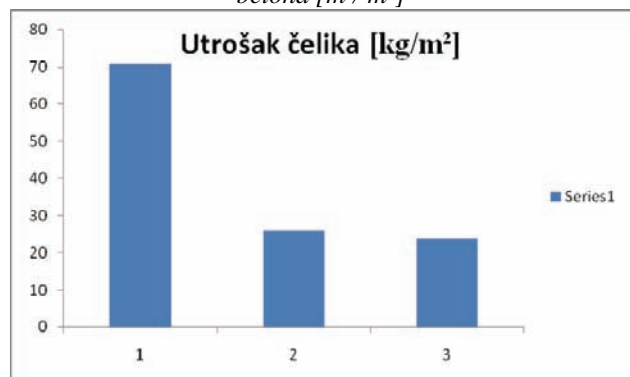
Tabela 11. Pokazatelji tehnološke analize za dve hale

	VAR. 1.	VAR. 2.	VAR. 3.
TAK-1 [m ³ /m ²]	0,343	0,191	0,284
TAK-2 [kg/m ²]	32,56	28,94	24,02
TAK-3 [€/m ²]	93,63	44,29	37,08
TAK-4 [dana]	71	26	24

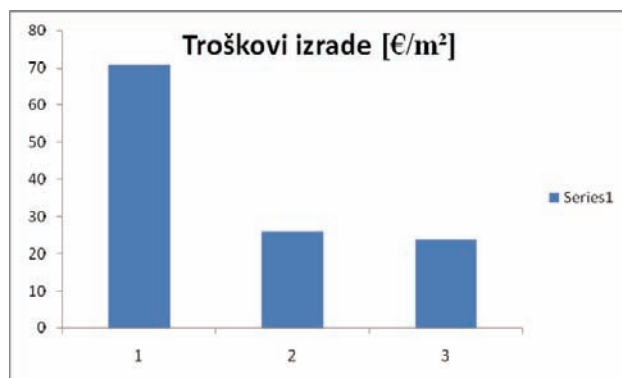
Uporedne vrednosti kriterijuma tehnološke analize za sve tri varijante prikazane su grafikonima na slikama 1, 2, 3 i 4.



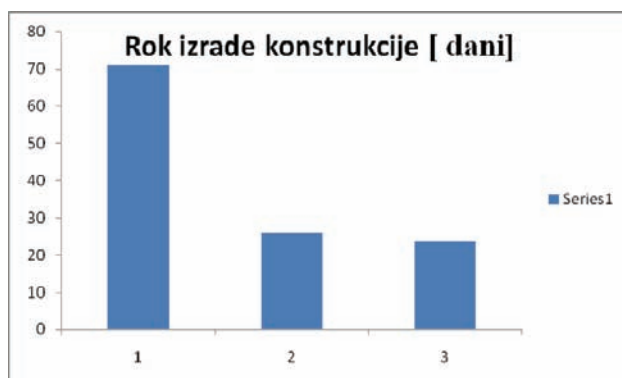
Slika 1 – Uporedne vrednosti kriterijuma TAK-1 utrošak betona [m³/m²]



Slika 2 - Uporedne vrednosti kriterijuma TAK-2 - utrošak armaturnog čelika [kg/m²]



Slika 3 - Uporedne vrednosti kriterijuma TAK-3 - troškovi izrade (proizvodnje, transporta i montaže) konstrukcije [€/m²]



Slika 4 - Uporedne vrednosti kriterijuma TAK-4 - rok izrade (montaže) konstrukcije [dani].

Na osnovu definisanih kriterijuma za moguća tri varijantna rešenja, analize su pokazale da je tehnologija izgradnje konstrukcije objekta (dve hale), primenom montažnih elemenata povoljnija u odnosu na tradicionalnu tehnologiju izgradnje, prema primarnim kriterijumima, troškovima i roku izgradnje.

Varijanta 3 - montažni način izvođenja elemenata konstrukcije sa prefabrikovanom armirano-betonskom krovnom konstrukcijom je optimalno rešenje izgradnje objekta, magacina za poljoprivredne proizvode i mehanizaciju u Novom Sadu. Za izabrano optimalno rešenje planirana je dinamika izgradnje noseće konstrukcije.

5. DINAMIČKI PLANOV I GRAĐENJA

Planiranje građevinske proizvodnje podrazumeva korišćenje raznih metoda koje omogućuju modeliranje posmatranih procesa. Proces građenja predmetnog objekta sastoji se od velikog broja operacija koje se odvijaju prema određenom redosledu i prostorno na različitim mestima. Metode planiranja koje su korišćene u ovom radu su tehnika mrežnog planiranja, metoda ciklograma i metoda gantograma [2].

5.1. Mrežni plan

Tehnikom mrežnog planiranja se formira grafički prikaz tehnološkog procesa izgradnje objekta (model procesa). Mrežni plan je prikazan metodom „CPM (Critical Part Method) – metod kritičnog puta“. Na mrežnom planu se

vide sve vrste radova, njihove međusobne veze i zavisnosti. Prednost ove metode je što se lako uočavaju „kritične aktivnosti“ tj. aktivnosti od kojih najviše zavisi sama izgradnja objekta (rok). Ovom metodom je prikazano planiranje izgradnje konstrukcije objekta tradicionalnom tehnologijom (varijanta 1 - monolitna tehnologija) i planiranje izgradnje za usvojenu optimalnu varijantu (varijanta 3 - montažna tehnologija).

5.2. Metoda ciklograma

Ciklogrami predstavljaju posebnu vrstu ortogonalnih planova, pogodnih za prikazivanje radova koji se ciklično ponavljaju. Realizacija pojedinih aktivnosti se prikazuje pomoću linija, gde nagib pravca (linije) označava brzinu izvođenja. Prednosti ciklogramskog planiranja su sledeće:

- omogućava brz, lak i detaljan uvid u stanje radova i
- postoji mogućnost lake promene, odnosno korekcije plana.

Ciklogramom je detaljno prikazan način i vreme izrade konstrukcije objekta, vreme montaže za drugu i treću varijantu izgradnje konstrukcije objekta.

5.3. Dinamički plan izgradnje objekta - Gantogram

Gantogram predstavlja paralelan dinamički plan, gde se aktivnosti predstavljaju paralelnim linijama. Gantogram daje preglednu sliku vremenskog odvijanja projekta i omogućava uvid u predviđenu paralelizaciju radova. Obrada mrežnog plana i svih podataka urađena je na računaru pomoću programa „MS project 2007“, a izlazni podaci su dati u obliku gantograma. Usvojeno je radno vreme od osam časova i 6 dana u nedelji.

Prezentacija rezultata sastoji se od tabelarnog dela i grafičkog prikaza plana izgradnje objekta. Početak izgradnje hala usvojen je 7.5.2013. godine, a analizom unetih podataka dobijen je završetak svih radova 13.6.2013. godine, pri čemu je za izgradnju konstrukcije hala potreban 31 radni dan.

6. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio da se realno sagleda celokupan proces izgradnje objekta i da se izabere optimalna varijanta tehnologije izgradnje dva magacinska prostora (dve hale) koje su locirane u Novom Sadu. Kombinacijom različitih tehnologija i tipova nosača u radu su definisana tri varijantna rešenja:

- Varijanta 1. – monolitni način izvođenja elemenata konstrukcije sa čeličnom krovnom konstrukcijom,
- Varijanta 2. – montažni način izvođenja elemenata konstrukcije sa čeličnom krovnom konstrukcijom,
- Varijanta 3. – montažni način izvođenja elemenata konstrukcije sa prefabrikovanom armirano-betonskom krovnom konstrukcijom.

Varijante izgradnje hala su „vrednovane“ na osnovu sledećih kriterijuma :

- TAK-1- utrošak betona [m^3/m^2],
- TAK-2- utrošak armaturnog čelika [kg/m^2],
- TAK-3- troškovi izrade (proizvodnje, transporta i montaže) konstrukcije objekta [$€/m^2$],
- TAK-4- rok izrade (montaže) konstrukcije [dani].

Na osnovu zadatih kriterijuma izabrano je optimalno rešenje igradnje hala - treće varijantno rešenje (montažni način izvođenja elemenata konstrukcije, sa prefabrikovanom armirano-betonskom krovnom konstrukcijom).

Za izabrano optimalno rešenje tehnologije, urađeni su dinamički planovi izradnje konstrukcije hala. Prilikom izrade mrežnog plana težilo se što većoj paralelizaciji radova, da bi se skratilo vreme potrebno za igradnju objekta.

Obrada mrežnog plana i svih podataka urađena je na računaru pomoću programa „ Ms project 2007“, a izlazni podaci su dati u obliku gantograma. Za izgradnju konstrukcije hala potreban je 31 dan, a obuhvata period od 7.5. 2013. do 13.6.2013. godine.

7. LITERATURA

- [1] Dražić, J.: "Višekriterijumska optimizacija konstrukcije hale na osnovu tehnološke analize", Magistarski rad , FTN, Novi Sad, 1993.
- [2] Trivunić, M., Matijević, Z.: "Tehnologija i organizacija građenja - praktikum", FTN, Novi Sad, 2006.
- [3] www.novotehna.co.rs – građevinska firma

Kratka biografija:



Slobodan Janjić rođen je u Tuzli 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstva – Tehnologija i organizacija građenja odbranio je 2014.god.



Jasmina Dražić rođena je u Novom Miloševu 1958.god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005.god., a od 2010.god. je u zvanju vanrednog profesora. Oblast Zgradarstvo–građevinske i arhitektonske konstrukcije.

PROJEKAT AB REZERVOARA ZA VODU SA UPOREDNOM ANALIZOM SEIZMIČKOG DEJSTVA PREMA EUROCODU, ACI I SRPSKIM PROPISIMA**STRUCTURAL DESIGN OF RC WATER TANK WITH COMPARATIVE ANALYSIS OF SEISMIC LOAD ACCORDING TO EUROCODE, ACI, AND SERBIAN STANDARDS**Ivan Pavkov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad je koncipiran tako da se sastoji od dve glavne celine. Prva je projekat AB rezervoara za vodu prema srpskim propisima. Drugu celinu čini uporedna analiza seizmičkog dejstva prema srpskim propisima, Eurocode 8, i ACI 350.3-06 propisu.

Abstract – This paper is structured in a way to consist from two main parts. First part is design of reinforced concrete water tank. Second part gives comparative seismic loads analysis according to Serbian standards, Eurocode 8, and ACI 350.3-06 regulation.

Ključne reči: AB rezervoar, proračun, dimenzionisanje, seizmika, hidrodinamika, ACI, Eurocode 8, upoređivanje seizmičkog dejstva

1. UVOD

Rezervoari za vodu predstavljaju integralni deo svakog savremenog sistema za snabdevanje vodom. Većinu izgrađenih rezervoara u našoj zemlji čine betonski rezervoari. Iako su dosta uobičajne konstrukcije, adekvatno projektovanje i izvođenje betonskih rezervoara je zadatak kome se mora pristupiti pažljivo i odgovorno. Proračun prema domaćim propisima generalno se zasniva na dva standarda, a to su BAB87 [1] i [2], za opšta pravila projektovanja betonskih konstrukcija, i Pravilnik za seizmičko projektovanje inženjerskih objekata [3] gde su definisani uslovi za seizmički proračun rezervoara.

U prvom delu članka su prikazani najrelevantniji parametri proračuna rezervoara prema našim propisima. Naravno, pored naših propisa za seizmički proračun, kod rezervoara postoje i mnogi drugi, nacionalni, a i internacionalni. Može se reći da su Eurocode 8-4 [4], i ACI 350.3-06 [5] među nekoliko nerelevantnijih. Drugi deo članka je određen za uporedni prikaz vrednosti seizmičkog opterećenja dobijenog proračunom prema [3], [4] i [5].

2. PRORAČUN PREMA DOMAĆIM PROPISIMA**2.1. Ulazni podaci**

Rezervoar je ukopan 80 cm u tlo, kako bi se konstrukcija zaštitila od temperaturnih uticaja i efekata mržnjenja, i obezbedila optimalna temperatura uskladištene vode. Osnova rezervoara je prikazana na slici 1. Dimenzije u osnovi su 36.0 x 21.6 m, a visina je 6.4 m.

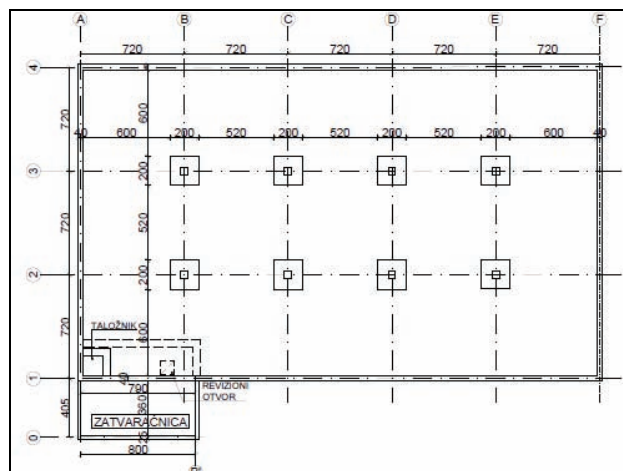
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Zoran Brujić.

Debljine zidova su 40, a donje i gornje ploče 50 i 30 cm respektivno.

Gornja ploča, osim na zidove, oslonjena je i na dva reda po četiri stuba dimenzija 50 x 50 cm u preseku, na osovinskom razmaku 7.2 m u oba pravca. Svi stubovi su spojeni sa pločama preko kapitela dimenzija u osnovi 200 x 200 cm. Gornji kapitel je visine 60 cm, a donji 95 cm. Zidovi rezervoara su kruto vezani sa gornjom i donjom pločom vutama nagiba 1:1 sa visinom 40 cm.

Pored glavne komore za skladištenje vode u sastav rezervoara ulazi i zatvaračnica, u kojoj je smeštena sva hidrotehnička oprema (pumpa, dovodna, odvodna i prelivna cev, kao i ventili). Zidovi zatvaračnice su debljine 25 cm, i ispod njih je postavljen trakasti temelj dimenzija b/d = 150/40 cm.



Slika 1. Osnova rezervoara

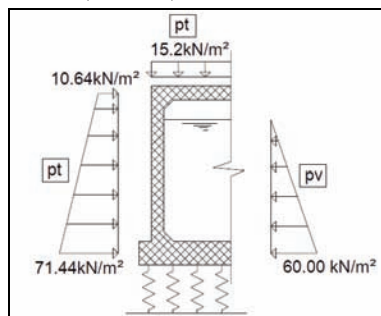
Lokacija na kojoj se nalazi objekat je Novi Sad, i pripada VIII seizmičkoj zoni. Tlo na kome je izveden rezervoar je sledećih mehaničkih karakteristika: zapreminska težina tla 19.0 kN/m³, ugao unutrašnjeg trenja tla 308, maksimalno dozvoljeno naprezanje tla 250.0 kN/m². Za koeficijent krutosti podloge je usvojeno 20000 kN/m³ za vertikalni pravac, i 10000 kN/m³ za pravce u horizontalnoj ravni.

2.2. Modeliranje konstrukcije i analiza opterećenja

Model konstrukcije je urađen kao prostorni u softverskom paketu Tower 7, i to na način da su gornja i donja ploča, kapiteli, i zidovi predstavljeni površinskim konačnim elementima dimenzija 0.4 x 0.4 m, dok su stubovi modelirani kao linijski elementi. Podloga je predstavljena preko Vinklerovih opruga odgovarajućih krutosti.

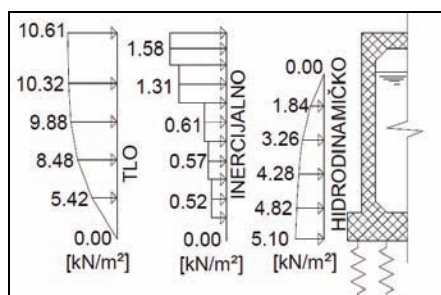
Analizirani su sledeći slučajevi statičkog opterećenja: sopstvena težina konstrukcije (konstruktivni i

nekonstruktivni elementi), opterećenje od vode i opterećenje od tla (Slika 2.).



Slika 2. Opterećenje od vode i tla

Pored gore navedenog statičkog opterećenja, na rezervoar deluju i sledeća dinamička: hidrodinamički pritisci od uskladištene vode, seizmičke inercijalne sile, inercijalni pritisci od okolnog tla. Seizmičko dejstvo se analizira u dva međusobno ortogonalna pravca, ali prema [3] dejstvo od tla je istog intenziteta za oba analizirana pravca, a inercijalne sile i hidrodinamičko opterećenje imaju skoro iste vrednosti za oba pravca. Stoga su na slici 3. prikazane vrednosti seizmičkog opterećenja na frontalni zid samo za podužni pravac zemljotresnog dejstva.



Slika 3. Seizmičko opterećenje

Hidrodinamičko opterećenje je odeređeno kao kvazistatičko, a isto važi i za seizmičke pritiske od tla. Međutim za seizmičke inercijalne sile je korišćena multimodalna spektralna analiza. Kako je zapremina rezervoara veća od 2000 m³ propisano je u [3] da se za takve rezervoare seizmička analiza mora raditi postupkom direktne dinamičke analize. Ipak kako bi rezultati bili uporedivi sa proračunom prema EC 8 i ACI analiza je urađena kao multimodalna spektralna.

2.3. Uticaji od osnovnog opterećenja

Kao što se i moglo očekivati kod ovakve konstrukcije uticaji od statičkog opterećenja su značajno veći nego od seizmičkog. Za gornju ploču dominantni su uticaji stalnog i opterećenja od tla (vrednosti momenta savijanja su reda veličine 250-300 kNm, u zonama iznad stubova), slično važi i za donju ploču. Za zidove, dominantni uticaji su od pritiska vode i tla (momenti od oko 100-120 kNm u najopterećenijim zonama).

2.4. Kombinovanje uticaja

Kombinovanje opterećenja za određivanje uticaja kod graničnog stanja nosivosti je urađeno na uobičajen način. Pri tome su sopstvena težina nosećih elemenata, hidroizolacija, zaštitni slojevi, itd., smatrani za stalno opterećenje, dok je opterećenje od vode i tla uzeto kao povremeno. Naravno pored statičkih tu su i seizmička opterećenja: hidrodinamičko, inercijalno, inercijalno od tla. Seizmičko opterećenje se regularno kombinuje sa

statičkim i sa drugim seizmičkim opterećenjem, ali pri tome su uvažavane stvarno moguće kombinacije dejstava. Npr. ukoliko u nekoj od kombinacija smatramo da je rezervoar pun i nezatrpan (Ps+Pv), onda u odgovarajućoj seizmičkoj dodajemo kao seizmičko opterećenje inercijalne sile (Pss), kombinovane sa hidrodinamičkim silama (Pvs), a izostavljamo inercijalne pritiske tla (Pts):

$$P_u = \gamma_1 P_s + \gamma_2 P_v \quad (1)$$

$$P_{us} = \gamma_3 P_s + \gamma_3 P_v + \gamma_3 (P_{ss} + P_{vs}) \quad (2)$$

Na osnovu ovako formiranih graničnih kombinacija dimenzionisani su svi elemenati rezervoara.

Pored graničnih kombinacija razmatrane su i eksploatacione, i to seizmičke i neseizmičke, radi kontrole dopuštenih napona na tlo i kontrole sleganja rezervoara. Maksimalni eksploatacioni naponi za neseizmičku kombinaciju su 166.6 kN/m², a za seizmičku su 190.3 kN/m², što je mnogo manje od dopuštenih 250.0 kN/m². Ni maksimalne vrednosti sleganja od 10 mm ne izlaze iz okvira prihvatljivog za ovakav objekat, ipak, s obzirom da je ova vrednost proistekla iz Viklnerovog modela sa idealno elastičnim ponašanjem tla, mora se uzeti sa rezervom.

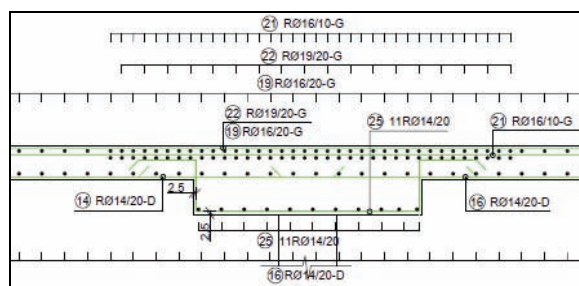
2.5. Dimenzionisanje i kontrola prslina

Rezultati dimenzionisanja su pokazali da se najveća potreba za armaturom javlja u gornjoj ploči i to u gornjoj zoni nad osloncima (stubovima), dok su mesta maksimalne potrebe za armaturom kod donje ploče takođe mesta kontakta sa stubovima, ali su vrednosti mnogo manje. U tabeli 1. su prikazane maksimalne vrednosti potrebne armature dobijene dimenzionisanjem za granično stanje nosivosti.

(Tabela 1. Vrednosti računski potrebne armature)

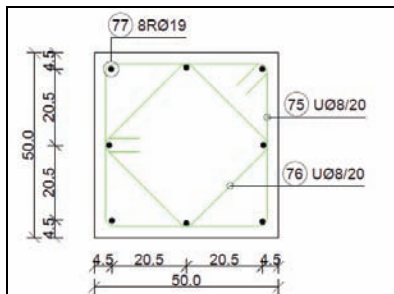
Max. Aap [cm ² /m ²]	Podužni pravac		Poprečni pravac	
	Gornja zona	Donja zona	Gornja zona	Donja zona
Gornja ploča	41.63	10.45	41.33	12.09
Donja ploča	11.66	22.98	12.26	22.31
	Unutraš. zona	Spoljaš. zona	Unutraš. zona	Spoljaš. zona
Podužni zid	18.00	15.11	9.55	14.73
Poprečni zid	16.33	7.93	9.29	17.93
	Podužna armatura		Uzengije	
Stubovi	/		/	

Na slici 4. prikazan je detalj armiranja gornje ploče u zoni kapitela.



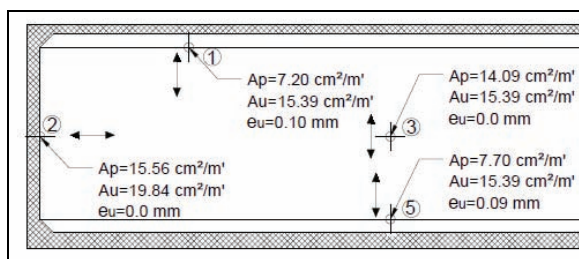
Slika 4. Detalj armiranja gornje ploče

Iako su intenziteti sila koje deluju u donjoj ploči približno jednaki silama iz gornje, ipak, usled veće debljine donje ploče, potrebna armatura je značajno manja. Kod stubova nema potrebe za računskom armaturom. U svim presecima se javlja isključivo pritisak, a ni intenziteti transversalnih sila nisu dovoljno veliki da izazovu potrebu za računskim uzengijama, pa je usvojena konstruktivna armatura (Slika 5.).



Slika 5. Detalj armiranja preseka stuba

Prilikom usvajanja armature izvršena je optimizacija, u smislu da su sve zone pokrivene osnovnom armaturom, manjom od maksimalno potrebne, a da je u zonama ekstremnih uticaja urađeno progušćenje po potrebi. Nakon usvajanja armature sprovedena je kontrola prslina. Za rezervoar granične vrednosti širine prslina su $e_p=0.1$ mm, izuzev za tavanicu, kroz koju se realno ne očekuje gubitak vode usled procurivanja, i kod koje je usvojeno $e_p=0.2$ mm. Kontrola prslina je, očekivano, pokazala da je za neke preseke potrebna dodatna armatura, negde i značajno jača od one dobijene proračunom prema graničnom stanju nosivosti. Kao primer data je Slika 6. na kojoj su za karakteristične tačke na poprečnom zidu prikazane sledeće vrednosti: potrebna armatura prema graničnom stanju nosivosti, usvojena armatura i vrednost širine prslina.



Slika 6. Vrednosti potrebne, usvojene arm. i prslina

U tačkama 1 i 5 je usvojena armatura značajno veća od potrebne računске da bi se ostalo u granicama dozvoljenih širina prslina, sličan slučaj je i kod ostalih zidova i ploča. Urađena je i kontrola probijanja za gornju i donju ploču. Za gornju ploču naponi smicanja $\tau < \tau_{gr}$ ($0.77 < 1.00$ MPa), a isto i za donju $\tau < \tau_{gr}$ ($0.37 < 0.80$ MPa), pa nema potrebe za dodatnom armaturom za osiguranje od probijanja.

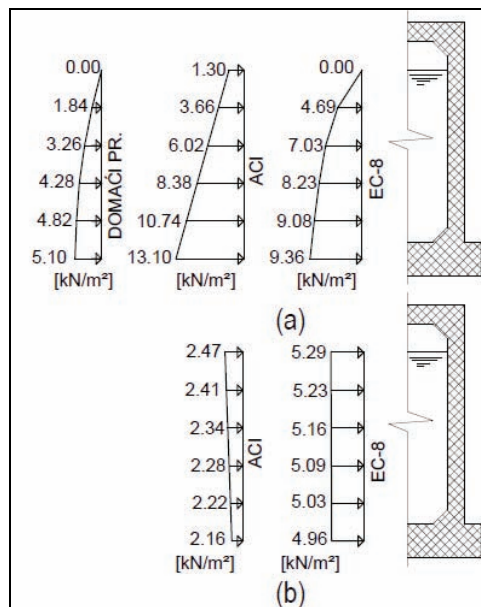
3. ANALIZA SEIZMIČKOG DEJSTVA PREMA EC-8, ACI 350.3-06 I DOMAĆIM PROPISIMA

Kako hidrodinamičko opterećenje, a u manjoj meri i ostalo seizmičko opterećenje, predstavlja veoma kompleksno opterećenje, da bi se dobio bolji uvid u ovu problematiku, pored domaćih propisa sproveden je

proračun i prema američkim (ACI 350.3-06), i evropskim (Eurocode 8) propisima.

3.1. Hidrodinamičko opterećenje

Prema domaćem Pravilniku [3] hidrodinamičko opterećenje se predstavlja samo impulsivnom (udarnom) komponentom, dok se konvektivna (talasna) zanemaruje. Eurocode 8-4 i ACI 350.3-06 ne dozvoljavaju zanemarivanje konvektivne komponente, mada rezultati koje daju nisu bliski. Na slici 7a, i 7b su prikazane vrednosti impulsivnog i konvektivnog pritiska na frontalni zid, prema sva tri standarda.



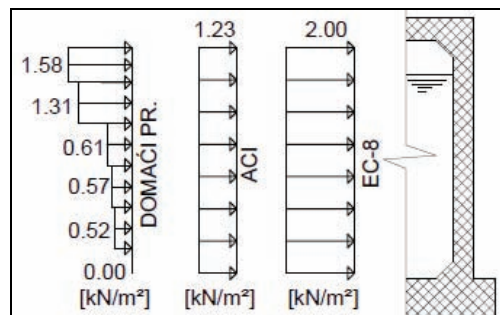
Slika 7. Impulsivno i konvektivno opterećenje

Domaći Pravilnik daje najmanje vrednosti impulsivnog opterećenja na dnu, samo 5.10 kN/m², a ACI za nijansu veće od EC-a, 13.10 kN/m² naspram 9.36 kN/m². Takođe prema ACI je dozvoljeno promenu pritiska po dubini aproksimirati linearnom promenom, dok domaći Pravilnik i EC predviđaju krivolinijsku promenu. Ovde dobijene maksimalne vrednosti konvektivnih pritisaka (2.47 kN/m² za ACI i 5.29 kN/m² za EC) nisu toliko manje u poređenju sa odgovarajućim impulsivnim, da bi ih mogli olako zanemariti.

Uzimajući prethodno konstatovano u obzir, možemo zaključiti da domaći Pravilnik [3] nije na strani sigurnosti u poređenju sa vrednostima prema Eurocode i ACI.

3.2. Seizmičko inercijalno opterećenje

Na slici 8. prikazane su vrednosti inercijalnog seizmičkog opterećenja na frontalni zid rezervoara, određene prema [3], [4], [5].

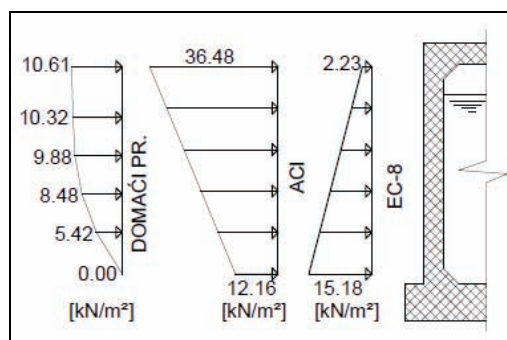


Slika 8. Inercijalno opterećenje

Vrednosti su prilično ujednačene, ali očigledna je razlika u obliku dijagrama opterećenja prema domaćem Pravilniku. Ovde je domaći Pravilnik na strani tačnosti (multimodalno spektralna analiza je sigurno tačnije rešenje nego kvazistatička analiza prema Eurocode i ACI propisima), ali kao što rezultati pokazuju nije na strani sigurnosti.

3.3. Seizmičko opterećenje tlom

Na slici 9. prikazane su vrednosti seizmičkog inercijalnog pritiska od tla.



Slika 9. Inercijalno opterećenje od tla

Rezultati se razlikuju i po obliku dijagrama i po intenzitetima. Domaći Pravilnik pretpostavlja aktivno stanje pritiska u tlu, ACI kruto pomeranje konstrukcije uz rotaciju, a Eurocode 8-5 [6] linearan porast pritiska sa dubinom (proporcionalno statičkom pritisku).

Kako je ovo dejstvo veoma komplikovano, i za tačno određivanje opterećenja bi bila potrebna veoma kompleksna prostorna dinamička analiza, teško možemo zaključiti koji od rezultujućih dijagrama daje najtačnije vrednosti.

3.4. Kombinovanje seizmičkih dejstava

Američki pravilnik [5] predviđa da se seizmička dejstva kombinuju metodom korena iz sume kvadrata (SRSS-metoda). Time je uzeto u obzir da seizmička opterećenja imaju različite faze oscilovanja, pa u opštem slučaju ne dolazi do poklapanja maksimalnih amplituda opterećenja. Ukupno opterećenje se određuje prema izrazu (3).

$$P_s = \sqrt{(P_{in} + P_i)^2 + P_c^2 + P_t^2} \quad (3)$$

gde je:

P_s – ukupno seizmiko opterećenje,

P_{in} – inercijalno opterećenje,

P_i – impulsivno opterećenje,

P_c – konvektivno opterećenje,

P_t – inercijalno opterećenje od tla.

Ni Eurocode, a ni domaći Pravilnik ne sugerišu način na koji bi trebalo kombinovati seizmička opterećenja, pa je u ovom slučaju najsigurnije usvojiti linearnu kombinaciju, izraz (4).

$$P_s = P_{in} + P_i + P_c + P_t \quad (4)$$

Ovakvim kombinovanjem se uzima u obzir apsolutno maksimalna vrednost seizmičkog opterećenja koja je teoretski moguća. Iako u stvarnosti ovakva kombinacija neće biti realizovana, sa aspekta sigurnosti ovo je bolje rešenje, nego SRSS metoda.

Iz tabele 2. se vidi da su vrednosti za ukupnu horizontalnu silu (ΣH), ukupan moment neposredno iznad dna (ΣM_H), i ukupan moment na dno (ΣM_{UK}) veći prema Eurocode i ACI propisima, nego prema našem Pravilniku.

Ukupno opterećenje za ACI je određeno prema izrazu (3), a za EC i domaći Pravilnik prema izrazu (4).

(Tabela 2. Vrednosti rezultanti seizmičkog opterećenja)

	ΣH [kN]	ΣM_H [kNm]	ΣM_{UK} [kN]
Domaći Propisi	4339.0	19408.5	31423.9
Eurocode 8	9749.7	41332.8	108134.0
ACI-350	11384.9	52773.8	114686.3

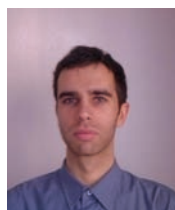
4. ZAKLJUČAK

Pokazano je da se AB rezervoari ovakvog gabarita i raspona mogu uspešno izvoditi bez prednaprezanja. Domaći pravilnik [1] i [2] daje dobre osnove za proračun i dimenzionisanje i može se smatrati dovoljno obuhvatnim i tačnim. Ipak, kod proračuna seizmičkog dejstva domaći Propisi [3] ne pokrivaju sve aspekte opterećenja na najbolji način i rezultati za pojedinačna seizmička opterećenje nisu na strani sigurnosti u poređenju sa rezultatima prema [4] i [5]. Stoga bi bilo razumno da se prilikom seizmičkog proračuna razmotri i upotreba Eurocode ili ACI propisa.

5. LITERATURA

- [1] Grupa autora, "BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 1", Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [2] Grupa autora, "BETON I ARMIRANI BETON prema BAB 87, knjiga 2", Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [3] "Pravilnik o tehničkim normativima za projektovanje i proračun inženjerskih objekata u seizmički aktivnim područjima", (nacrt pravilnika), 1986.
- [4] "Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 4: Silos, tanks, pipelines", European Committee for Standardisation, 2006.
- [5] "Seismic Design of Liquid-Containing Concrete Structures and Commentary (ACI 350.3-06)", American Concrete Institute, 2006.
- [6] "Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects", European Committee for Standardisation, 2005.

Kratka biografija:



Ivan Pavkov rođen je u Novom Sadu 1986. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – "Projekat AB rezervoara za vodu sa uporednom analizom seizmičkog dejstva prema Eurokodu, američkim i srpskim propisima" odbranio je 2014. god.

КАТАЛОГ ОШТЕЋЕЊА ФЛЕКСИБИЛНИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА-ПРЕГЛЕД И РЕКОНСТРУКЦИЈА СЕНТАНДРЕЈСКОГ ПУТА У НОВОМ САДУ
THE CATALOG OF FLEXIBLE PAVEMENT DISTRESSES – VISUAL INSPECTION AND RECONSTRUCTION OF SENTANDREJSKI ROAD IN NOVI SAD

Срђан Кудра, Факултет техничких наука, Нови сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – Овај рад се састоји од теоријског и практичног дијела. Теоријски дио обрађује тему оштећења коловозних конструкција. У практичном дијелу је приказан примјер реконструкције Сентандрејског пута.

Abstract – This paper consists of theoretical and practical parts. The theoretical part covers the topic of pavement distresses. In the practical part is an example of reconstruction „Sentandrejski“ road.

Кључне ријечи: Оштећење, коловозна конструкција.

1. УВОД

У овом раду је дат преглед карактеристичних оштећења флексибилних коловозних конструкција. Оштећења коловоза се појављују у различитим облицима попут оштећења површине коловоза, деформације коловоза, пукотина или дезинтеграције површине коловоза.

2. КАРАКТЕРИСТИЧНА ОШТЕЋЕЊА ФЛЕКСИБИЛНИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА

Примјер флексибилне коловозне конструкције дат је на слици 1. а састављена је од [1]:

- Асфалтних слојева и горње подлоге
- Горње подлоге невезаног материјала
- Доње подлоге од невезаног материјала
- Постељица

Асфалт
Горња подлога
Доња подлога
Постељица

Слика 1. Флексибилна коловозна конструкција

Оштећења коловозне конструкције се категоришу у једну од следећих група [2]:

- ❖ Пукотине
- ❖ Закрепе и рупе
- ❖ Површинска деформација
- ❖ Површинска оштећења
- ❖ Остала оштећења.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био Доц. др Бојан Матић, дипл. инж. грађ.

Пукотине се дијеле на [2]:

- Пукотине услед замора
- Блок пукотине
- Ивичне пукотине
- Подужне пукотине
- Рефлектоване пукотине
- Попречне пукотине

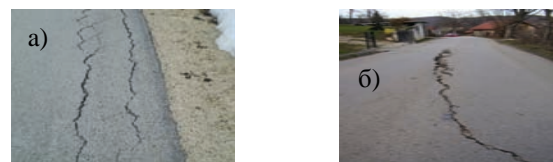
Пукотине услед замора се појављују у подручјима прометног саобраћаја/понављаног оптерећења од кретања возила приказане на слици 2а). Могу бити у виду серија испрекиданих почетних пукотина. Развијају се у облику оштроивичних сегмената, дебљине мање од 0.3 мм по дужини, облика сличних крокодилској кожи у каснијим фазама.



Слика 2: а) Пукотине услед замора; б) Блок пукотине

Блок пукотине су врста пукотина које дијеле коловозну конструкцију на приближно једнаке четвороугаонике приказане на слици 2б). Четвртасти блокови могу бити површине од 0.1m² до 10 m².

Ивичне пукотине се односе само на коловозне конструкције са неасфалтираним банкима приказане на слици 3а). Ове пукотине су паралелне у односу на ивицу коловоза. Обухватају и подужне пукотине изван трагова точкова и у оквиру 0.6 m од ивице коловоза.



Слика 3: а) Ивичне пукотине; б) Подужне пукотине

Подужне пукотине су пукотине претежно паралелне са средњом линијом коловоза приказане на слици 3б). Положај унутар траке (дио преко којег прелазе точкови у односу на дио преко којег не прелазе) је од великог значаја. Могући узроци настанка пукотина могу бити спојеви код наставка асфалта, замор, пукотине из доњих слојева.

Рефлектоване пукотине су пукотине које настају на постављеном асфалт бетонском коловозу испод којег се налазе бетонски коловоз (или цементном стабилизовани носећи слој) и настају на мјестима спојнице бетонских плоча које се преносе на асфалтни коловоз, али могу бити и код цементне стабилизације и код мале носивости коловозне конструкције приказане на слици 4а. Познавање величине плоча и распореда спојница помажу код идентификације овог типа оштећења. Проблем као и код осталих пукотина је продор влаге до постелице, што може узроковати даље пропадање коловозне конструкције као и хрпавости површине коловоза



Слика 4: а) Рефлектоване пукотине; б) Попречне пукотине

Попречне пукотине су претежно управне на средњу линију коловоза приказане на слици 4б). Омогућују пролаз влаге у доње слојеве и неравност површине. Могући узроци ових пукотина су скупљање асфалта због промјене температура, рефлектоване пукотине испод површине.

Закрпе су дио коловозне конструкције већи од 0.1 m² који је уклоњен и замјенjen или се ради о додатном материјалу који је постављен на коловоз након монтаже оргиналне коловозне конструкције приказане на слици 5а). Закрпа се сматра дефектом без обзира колико је добро урађена.



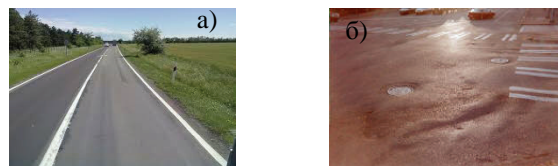
Слика 5: а) Закрпе; б) Рупе

Рупе су оштећења застора у облику чиније на коловозној конструкцији приказане на слици 5б). Најмања димензија рупе износи 150 mm. Оне генерално имају оштре ивице и вертикалне стране при врху рупе.

Рупе могу да изазову озбиљну штету на аутомобилу када точак наиђе при великој брзини. Проблем још је и продор влаге у доње слојеве.

Колотрази престављају подужно опадање површине у осовинској путањи приказани на слици 6а). Може имати додатна попречна улегнућа.

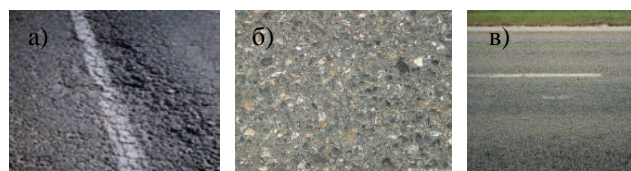
Главни проблем колотрага је појава „аквапланинга“, гдје возач може да изгуби контролу над аутомобилом. Дејство саобраћаног оптерећења проузрокује трајну деформацију коловоза у виду колотрага најчешће услед недовољне збијености и пластичног течења завршних асфалтних слојева.



Слика 6: а) Колотрази; б) Набори

Набори престављају подужно помјерање локализованог подручја коловозне површине приказани на слици 6б). До тога долази кочењем или убрзањем возила, и обично настаје на узвишењима, кривинама или раскрсницама. Такође може доћи до вертикалних помјерања. Узрок је обично неодговарајући асфалтни слојеви и влажност постелице.

Чупање зрна агрегата из асфалт бетонских коловоза због губитка карактеристика битумена приказано је на слици 7а). Долази до погоршања равности и пада индекса употребљивости.



Слика 7: а) Чупање зрна; б) Углачаност агрегата; в) Излучевине

Углачаност агрегата је појава повлачења битумена као везива и глачања-заобљавања површина крупних зрна агрегата приказано је на слици 7б). Ово оштећење се најчешће јавља код меких-кречњачких агрегата

Излучевине су појава вишка битумена на површини коловоза приказане на слици 7в). Захваћена површина је сјајна, стакласта и деформабилна. Најчешће се налази у појасу трагова точкова.

Слијегање банке прествља разлику у висини између коловозне траке и банке приказано на слици 8а). Обично настаје када дође до слијегања спољашње ивице услед разлика у асфалтном слоју коловозне конструкције.



Слика 8: а) Слијегање банке; б) Цурење и пумпање воде

Цурење и пумпање воде је оштећење кроз пукотине из нижих слојева коловоза приказано је на слици 8б). Нивои озбиљности појаве не могу да се утврде. Нивои оштећености се не користе јер се количина и величина испливавања воде разликује у односу на услове влаге.

3. ПРЕГЛЕД И РЕКОНСТРУКЦИЈА СЕНТАНДРЕЈСКОГ ПУТА У НОВОМ САДУ

3.1. Увод

Пројектним задатком се захтјева ојачање коловозне конструкције Сантандрејског пута у Новом саду ширине 7m и дужине 400m.

Главним грађевинским пројектом се дефинише рјешење неопходних мјера појачања и реконструкције коловозне конструкције које ће одговарати пројектном периоду од 20 година. Извршена су теренска и лабораторијска испитивања неопходна за оцјену стања коловозне конструкције и утврђивања потребних мјера за санацију и појачање, односно реконструкцију.

3.1. Методологија дефинисања рјешења реконструкције постојеће коловозне конструкције

Пројектна ријешења донијета су на основу теренских и лабораториских испитивања стања коловозне конструкције, тј. њених површинских карактеристика и карактеристика материјала у појединим слојевима и постелице.

Процјена носивости постојеће коловозне извршена је на 2 начина: методом са процјеном структурног броја (SN) и на основу дефлексија, измјерених Бенкелмановом гредом, а мјерења и обрада резултата су спроведени према стандардима.

3.2. Геомеханичке карактеристике и теренска истраживања

Да би се урадила реконструкција коловоза извршена су геомеханичка теренска испитивања. Ти резултати су добијени копањем истражних јама и лабораторијским анализом поремећених и непоремећених узорака.

На траси су ископане 2 истражне јаме дубине 1.5 m како би се имао тачан увид у структуру терена. Узорци за лабораторијска испитивања узимани су из свих регистрованих литолошких чланова. Избор позиција репрезентативних узорака вршен је тако да се прецизно одреде геомеханичке карактеристике литолошких чланова.

3.3. Теренска истраживања

Циљ теренских истражних радова је да се утврди литолошка грађа терена (слојевитост и састав тла) и познавање структуре коловозне конструкције и квалитета материјала у слојевима коловоза, узимање узорака тла за лабораторијска испитивања и одређивање нивоа подземних вода. Теренски истражни радови састојали су се од:

- 2 истражне јаме дубине 1.5m,
- инжењерскогеолошког картирања,
- узимање узорака тла.

У току ископа сондажних јама из појединих слојева узети су поремећени и непоремећени узорци тла за лабораторијска испитивања.

При ископу сондажних јама вршена је макроскопска идентификација и класификација тла, вођен је дневник са свим потребним подацима о локацији, ознаци, дубини и регистрован је ниво подземне воде.

3.4. Лабораторијска истраживања

Лабораторијска геомеханичка испитивања урађена су на поремећеним узорцима тла узетим у току истражних радова.

Поремећени узорци тла послужили су за опит гранулометрије, а резултати опита послужили су за допуну теренске детерминације констатованих литолошких чланова, одређивање степена неравномерности тла.

На узорцима тла извршено је одређивање основних физичко-механичких карактеристика. Опити идентификације и класификације на узетим узорцима рађени су у циљу допуне теренске макро класификације тла.


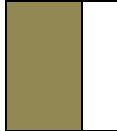

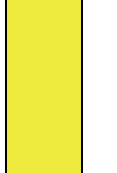
3.5. Састав постојеће коловозне конструкције

Укупна дебелина постојеће конструкције варира од састава и дебелине појединих слојева и креће се:

АБ од 3 до 5 cm

БНС од 6 до 17 cm

Дробљени камен од 13 до 42 cm

	12-22 cm	Асфалтни слојеви АБ 11 (АБ 8) 3-5 cm Асфалтни слојеви БНС 22 6-17 cm
	13-42 cm	Дробљени камен
	14 cm	Прашина пјесковито глиновита мрке боје
	69 cm	Прашина пјесковито глиновита жуте боје

Слика 9: Постојећа коловозна конструкција

Постојећа коловозна конструкција је врло нехомогена. БНС је у врло лошем стању, изгубио је везивна својства и дроби се рукама.

3.6. Димензионисање нове коловозне конструкције

Потребне дебелине нове коловозне конструкције одређене су за перспективно саобраћајно оптерећење у наредних 20 година и за постојећу постелицу, како би се сагледао потребан структурни број.

Потребне димензије слојева коловозне конструкције одређене су у зависности од:

1. Геомеханичких карактеристика материјала у постелици (постелица од прашине пјесковито глиновите, **CBR = 4.4%**),
2. Израчунато саобраћајно оптерећење: **(E=2.72x10⁶)**

Дебелина асфалтних слојева односи се на асфалт са коефицијентом замјене од 0.38, што представља приближно коефицијент замјене за комбинацију појачања слојем БНС и слојем АБ.

Коначно рјешење се доноси на основу срачунате потребне дебелине асфалтних слојева и слојева подлоге и провјером рјешења у односу на отпорност и на замор.

На основу прорачуна добијено је да захтјевани структурни број $SN_z=10.35$

Састав потребне коловозне конструкције:

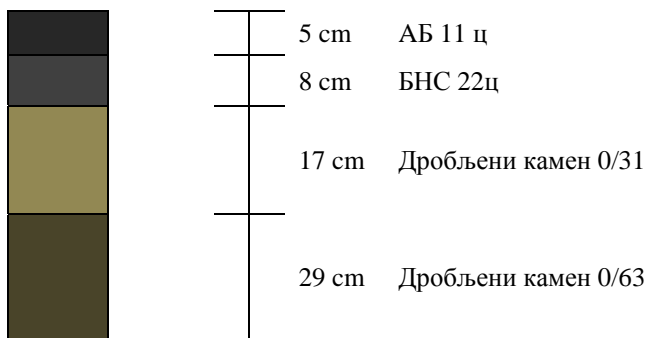
Асфалт бетон АВ 11 5 cm

БНС 22 8cm

ДК 0/31 17 cm

ДК 0/63 29 cm

Постељица: $CBR \geq 4\%$

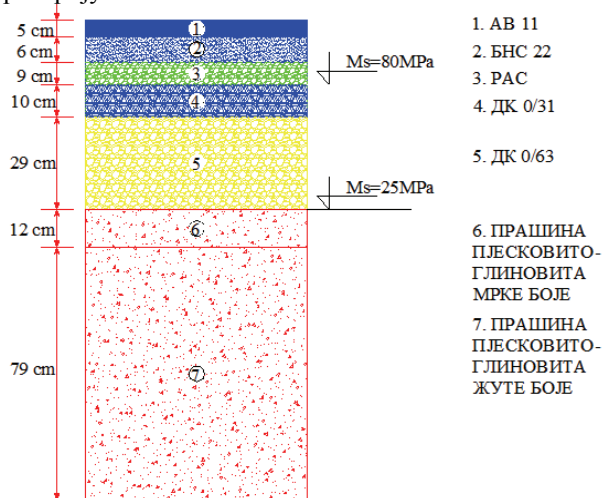


Слика 10. Потребна коловозна конструкција

SN предложене коловозне конструкције је **10.55**.

3.7. Коначно рјешење реконструкције Сентадрејског пута у Новом саду

На основу структурног броја и анализе дефлексија, предвиђена коловозна конструкција је проверена на напоне и деформације и утврђено је да задовољава све критеријуме.



Слика 11. Коначно рјешење реконструкције

3.8. Предмјер и предрачун радова

Вриједност радова је израчуната и износи 8606276.80 динара.

4. ЗАКЉУЧАК

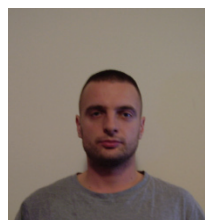
У раду су дата карактеристична оштећења флексибилних коловозних конструкција. За реконструкцију Сентадрејског пута извршена су теренска и лабораториска испитивања неопходна за оцјену стања коловозне конструкције и утврђивања потребних мјера за санацију и појачање. Потребне дебљине нове коловозне конструкције одређене су за перспективно саобраћајно оптерећење у наредних 20 година и за постојећу постељицу.

5. ЛИТЕРАТУРА

[1] Цветановић А, Коловозне конструкције, Научна књига, Београд, 1992.

[2] Цветановић А, Банић Б, ПОПРАВКЕ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА, Академска мисао, Београд, 2011.

Кратка биографија



Срђан Кудра је рођен у Мркоњић граду 1985. год. Дипломски-Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарства – Коловозне конструкције, одбранио је 2014. год.

PROCENA STANJA I DOGRADNJA OSNOVNE ŠKOLE „SVETOZAR MILETIĆ“ U TITELU**ASSESSMENT AND UPGRADING OF PRIMARY SCHOOL „SVETOZAR MILETIĆ“ IN TITEL**

Miloš Krčmar, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – *Ovaj rad se sastoji iz dva dela. Prvi deo predstavlja teorijski deo pod nazivom "Mogućnost za sanaciju masivnih zidanih zgrada oštećenih usled zemljotresa u skladu sa Fema 308". Drugi deo rada obuhvata stručni deo gde je prikazana procena stanja konstrukcije. Ovaj deo takođe prikazuje predlog dogradnje jedne etaže, celokupan statički i dinamički proračun nadograđene zgrade, kao i faze izgradnje i vezu između starih i novih stubova.*

Abstract – *This thesis consists of two parts. The first part represents the theoretical part named "The possibility of recovery of the massive masonry buildings damaged by the earthquake in accordance with Fema 308". The second part includes the technical part where the estimation of the condition of the structure is shown. This part also shows the proposal of upgrading of one floor, overall static and dynamic analysis of the upgraded building, as well as construction phases and connection between the old and new pillars.*

Ključne reči: *AB konstrukcija, procena stanja, statički proračun, faze izgradnje*

1. UVOD

Cilj diplomskog - master rada je da se omogućiti studentu da uz pomoć mentora da predlog za dogradnju Osnovne škole. Projekat sadrži dosta praktičnog dela kao što je procena stanja postojeće zgrade, predlog za nadogradnju jedne etaže, statički proračun celokupne nadograđene konstrukcije, faze izgradnje objekta kao i veza između starih i novih stubova. U teorijskom delu proučavana je mogućnost sanacije masivnih zidanih zgrada oštećenih u zemljotresu u skladu sa Pravilnikom Fema 308.

2. MOGUĆNOST ZA SANACIJU MASIVNIH ZIDANIH ZGRADA U SKADU SA PRAVILNIKOM FEMA 308**2.1. Istorija agencije FEMA**

Fema je američka savezna agencija za vanredne situacije. Nastankom agencije Fema može se smatrati Kongresni akt iz 1804. za pomoć gradu Nju Hempšir (New Hampshire) u požaru. Šezdesetih i sedamdesetih godina desili su se mnogi uragani i zemljotresi koji su zahtevali velike obnove, gde je uočena neefikasnost postojećih agencija.

NAPOMENA:

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

Usled preklapanja nadležnosti mnogih agencija predsednik Džimi Karter je 1979. godine doneo akt za formiranje jedinstvene savezne agencije za vanredne situacije FEMA.

2.2. Uvod

Nakon zemljotresa u Loma Prieta i Nortridžu mnoge zgrade su obnovljene uz pomoć federalnih sredstava. Kriterijumi za popravke je su bili protivrečni pa je dolazilo do mnogih kontroverzi. Da bi se rešio taj problem FEMA je 1996. inicirala projekat za procenu i sanaciju zemljotresom oštećenih betonskih i zidanih zidnih zgrada ATC-43. Projekat se sastoji iz tri dela:

- Fema 306: Procena betonskih i zidanih objekata oštećenih zemljotresom, Priručnik Osnovnih procedura
- Fema 307: Procena betonskih i zidanih objekata oštećenih zemljotresom, Priručnik Tehničkih resursa
- Fema 308: Procena betonskih i zidanih objekata oštećenih zemljotresom, Popravka oštećenih objekata

Svrha dokumenta Fema 308 je da predstavi praktične smernice za popravku i unapređenje zemljotresom oštećenih betonskih i zidanih zidnih zgrada. Smernice u ovom projektu olakšavaju odluku o izboru odgovarajućeg obima popravke ili mera za unapređenje objekta. Kriterijumi i procedure su zasnovani na proceni očekivanih seizmičkih karakteristika objekta u tri različita stanja: neposredno pre zemljotresa, njeno oštećeno stanje i njeno popravljeno ili poboljšano stanje.

2.3. Iskustva iz prethodnih zemljotresa

Posmatranje oporavka zajednica od zemljotresa ima veliku ulogu u poboljšanju popravne politike zgrada oštećenih u zemljotresu. Ova posmatranja otkrivaju glavne tehničke izazove posle zemljotresa. Sve zajednice pogođene zemljotresom suočene su sa oporavkom i rekonstrukcijom na sopstveni način. Zapažanjem se došlo do nekoliko opštih zaključaka i ključnih razmatranja:

- Ekonomski uticaj zemljotresa je glavni faktor u sprovođenju politike popravke i nadogradnje.
- Nepostojanje standarda usmerenih za popravku oštećenih zgrada posle zemljotresa.
- Veće poštovanje standarda za važnije objekte.
- Ranjivost različitih konstruktivnih sistema objekata.
- Osiguravajuće kuće pri isplati osiguranja upoređuju stanje pre zemljotresa i oštećeno stanje, što ne dovodi do poboljšanja objekta.
- Postojanje tolerancije za veličinu nastale štete.

2.4. Razmatranje nastale štete na objektu

U praksi, uspešan oporavak nakon zemljotresa zavisi od efektivnih politika i zajedničkih napora privatnog i javnog sektora. U cilju olakšanja donošenja odluka šta raditi sa objektom, postoje tri alternative:

- Prihvatiti zgradu za dalje korišćenje u njenom oštećenom stanju,
 - Vratiti zgradu u pređašnje stanje,
 - Nadogradnja zgrade u stanje poboljšane seizmičke otpornosti u poređenju na stanje pre zemljotresa.
- Odluka o odgovarajućem smeru delovanja za određenu zgradu zavisi od broja povezanih faktora:
- Relativna ozbiljnost oštećenja od pomeranja zemlje,
 - Prihvatljivost karakteristika zgrada nakon štetnog zemljotresa,
 - Prihvatljivost karakteristika zgrade pre zemljotresa,
 - Promena u karakteristikama zgrade posle zemljotresa i
 - Neseizmička pitanja vezana za stanje i korišćenje zgrade.

2.5. Metode popravke masivnih zidanih zgrada

Kada je doneta odluka koja će se preduzeti kod oštećene zgrade, projektant treba da uradi projekat popravke. Popravke objekta oštećenog tokom zemljotresa dele se na tri opšte kategorije:

- Površinske popravke
- Konstruktivne popravke
- Konstruktivna poboljšanja
- Površinska krpiljenja

Ovo je površinska popravka. Sastoji se od primene površinskih prevlaka na betonski ili zidani zid kako bi se prikrije pukotine na površini. Svrha ove popravke je poboljšavanje estetskog izgleda zida i stvaranje dodatne barijere za prolazak vode kroz zid. Materijali za ovu popravku su razne farbe, zidne tapete, cement za popunjavanje pukotina, razni organski polimeri. Površina zida treba da bude adekvatno pripremljena da bi se ostvarila dobra veza između starog i novog materijala. Da bi popravka bila uspešna, potrebno je da znamo i da li je pukotina nastala usled zemljotresa ili nekog drugog uticaja. Ako pukotina nije nastala usled zemljotresa onda njeno širenje i skupljanje nije završeno. Njeno popunjavanje bi trebalo da uradimo nekim elastičnim zaptivnim masama.

- Popravka maltera u spojnica opeke

Ovo je površinska popravka. Popravka maltera se sastoji od uklanjanju lošeg maltera iz spojnica zidanog zida i zamene novim malterom. Pravilno urađena popravka vraća vizuelni i fizički integritet zida i traje do 50 godina. Izvođač radova bi trebao da demonstrira popravku maltera na neupadljivom delu građevine koji uključuje sve tipove opeke, tipove spojnica i probleme na koje se može naići tokom posla. Malter se u spojnica nabija u slojevima od 0.5 cm. Materijal za popravku treba da je isti ili sličan kao i originalni malter.

- Popunjavanje pukotina epoksidom

Ovo može biti površinska i konstruktivna popravka. Ova popravka se sastoji od ubacivanja vezivnog sredstva u pukotinu radi popunjavanja pukotina nastalih u zemljotresu. Pre ubrizgavanja, meki materijali moraju biti uklonjeni iz pukotina. Ubrizgavanje materijala se vrši preko površine pukotine ili kroz izbušene rupe. Pukotina se zatvara sa obe strane i ostavljaju se samo rupe za popunjavanje epoksidom. Popunjavanje se vrši od dna vertikalnih ili dijagonalnih pukotina dok ne izađe na drugi otvor. Kad epoksid izađe na drugi otvor popunjavanje se nastavlja sa tog otvora. Efikasnost popunjavanja pukotina može biti potvrđena alternativnim metodama. Jedna od tih metoda je vađenje kernova. Postoje i druge nedestruktivne metode.

- Popunjavanje finim malterom

Ovo je konstruktivna popravka. Pukotine koje nastanu pri zemljotresu u zidanim građevinama mogu biti popunjene finim malterom. Ovaj malter se veže isto kao i originalni malter. Pri popunjavanju pukotina može doći i do ubrizgavanja materijala tamo gde ranije nije ni postojao pa zid možda može biti i jači nego pre oštećenja, ali ne treba očekivati previše. Zidovi se pripremaju tako što se uklone nevezani materijali iz pukotine. Pre ubrizgavanja maltera, pukotine se peru vodom. Ubrizgavanje bi trebalo da krene sa dna ka vrhu. Razmak između otvora za ubrizgavanje treba da je oko 20-30 cm. Materijal za popunjavanje se sastoji od portlandskog cementa, peska, kreča i pepela. Pritisak kojim se malter ubrizgava je od 0.7 do 2.0 bar-a. Ova popravka se pokazala efikasnom za pukotine do 2 cm. Aditivi i superplastifikatori se mogu dodati u malter da bi on bio tečniji.

- Popravka delova zida

Ovo je konstruktivna popravka. Pri zemljotresu neki delovi zida postanu labavi ili se pomere sa mesta. Materijal koji nedostaje treba da bude zamenjen odgovarajućim materijalom. Taj materijal mora imati ista konstruktivna i termalna svojstva kao i ostatak zida. Materijal i procedura za krpiljenje će takođe zavisi od veličine i lokacije popravke, kao i od materijala od kog se sastoji zid. Najkritičniji aspekt ove popravke je povezivanje starog i novog materijala. Za tanke popravke možda će biti potrebno dodati tiple kako bi se osigurala zakrpa. Izvođači radova treba da su licencirani za obavljanje tih radova, kao i za korišćenje materijala koji se koriste u popravci.

- Zamena zida

Zamena zida je konstruktivna popravka. Ona podrazumeva uklanjanje starog i postavljanje novog zida. Konstrukcija novog zida treba, koliko je to moguće, da odgovara starom zidu. Ako se menja noseći zid, pre njegovog uklanjanja treba izvršiti podupiranje međuspratne konstrukcije koja je oslonjena na zid. Postojeći zid treba pažljivo da se ukloni pomoću dleta i štemalica. Površina okolne strukture treba da bude pripremljena za novi materijal. Po završetku izrade zida, on će se verovatno skupiti i doći će do pukotine na vrhu zida. Tu pukotinu bi trebalo popuniti epoksidom dva, tri meseca posle radova. Ako je stari zid zidan bez ojačanja, građevinski inspektor neće dozvoliti da se novi zid uradi bez ojačanja. Ako se novi zid previše ojača, to može negativno uticati na građevinu.

- Konstruktivno betonsko oblaganje

Ova popravka je konstruktivno poboljšanje. Sastoji se od nanošenja sloja betona na jednu ili obe strane zida. Beton je armiran i povezan sa postojećom strukturom. U praksi postoje dve vrste mešavine betona za nanošenje. To su suva i vlažna mešavina. Površina zida treba da je tako pripremljena da je ukonjen sav krhki ili oštećeni materijal. Armatura je montirana na zid pomoću tipli, koje su montirane u epoksid. Ugradnja betona mnogo zavisi od majstora koji nanosi mlazni beton. Potrebno je postavljanje distancera da bi se kontrolisala debljina ugrađenog materijala. Zidna površina nema potrebe da bude premazana nikakvim podlogama, nego treba da bude samo vlažna, jer beton dobro prijanja na zidan zid. Nakon završetka radova, beton treba negovati najmanje jedan dan, a preporučljivo je sedam. Za uspešno izvođenje ovih

radova veoma je važno da se beton nanese sa svih strana armature, kako bi se osigurala dobra veza između betona i armature.

- **Konstruktivno oblaganje mešavinom vlakana**

Ovo popravka je konstruktivno poboljšanje. Sastoji se od postavljanja staklenih ili karbonskih vlakana na površinu zida, kako bi se povećala njegova čvrstina i jačina. Lepljive vlakana na površinu zida se izvodi pomoću vezivne epoksidne smole. Postojeće pukotine bi trebalo popraviti pomoću epoksidna ili finim malterom. Površina zida treba da bude pripremljena laganim šmirglanjem. Potom se epoksid nanosi pomoću valjka i vrši se lepljenje vlakana. Slojevi vlakana bi trebali biti obmotrani oko ivice zida na razdaljini koju preporučuje proizvođač. Nakon ovoga trake se sakrivaju raznim nekonstruktivnim oblogama. Ako je potrebno, mogu se staviti prekrivači otporni na požare.

- **Ušivanje pukotina**

Ovo popravka je konstruktivno poboljšanje. Ovo poboljšanje se izvodi tako što se koriste razne metalne šipke kako bi se pukotina ušla. One se postavljaju preko pukotine i povećavaju otpornost na pucanje. Pravljenje kanala za postavljanje metalnih šipki vrši se normalno u odnosu na pukotinu. Kanal se dobro izduva kompresorom da bi se uklonila prašina. U kanal se postavlja epoksid u koji se uranja metalna šipka. Trebalo bi postaviti dovoljno epoksida kako bi se deo istisnuo napolje pri uranjanju šipke. Zatim se kanal popunjava malterom ili se postavlja neka druga obloga kako bi se sakrili useceni kanali. Veza epoksida i podloge je najbitnija za efikasnost ove popravke. Kompresor treba da ima filter za ulje kako se ulje ne bi mešalo sa vazduhom.

3. OPIS KONSTRUKCIJE

3.1. Opis postojeće konstrukcije

Postojeći objekat je Osnovna škola „Svetozar Miletić“ i nalazi se u Titelu. Spratnosti je Pr+1. Gabaritne dimenzije lamele koja se nadograđuje iznose 26.1x19.5 m. Funkcionalno, objekat je rešen tako da su u prizemlju i na spratu smeštene učionice i kabineti za profesore.



Slika 3.1. – Osnova prizemlja

Na lameli postoji i tavanjski prostor koji služi kao skladišni prostor. Vertikalna komunikacija se obavlja pomoću stepeništa. Visine etaža su 3.47 i 3.32 m.

Svi AB elementi su izrađeni od betona MB 30 i armirani podužnom armaturom kvaliteta GA 240/360 i poprečnom armaturom, kvaliteta GA 240/360. Konstrukciju objekta čini skeletni sistem sa AB nosećim stubovima i gredama.

Objekat je fundiran na temeljnim kontagredama. Marka betona u temeljima je MB 30. Ispod temelja je urađen sloj mršavog betona MB 10, debljine $d=10\text{cm}$. Dubina fundiranja iznosi 1.0 m ispod trotoara, a nosivost tla, posle zamene terena, iznosi 125kn/m^2 . Ispod podne ploče je izvršeno nasipanje terena, prosečne debljine $d=45\text{cm}$. Međuspratne konstrukcije su sitnorebraste, polumontažne, sistema monta – TM3, armirane prema proračunu armaturom kvaliteta GA 240/360. Debljina ploče je 20 cm (16 cm blok + monolitna AB ploča, debljine 4 cm). Ovakva konstrukcija je u suštini sitnorebrasta tavanica koja nosi u jednom pravcu. Na mestima gde su pregradni zidovi, a gde nema greda, izvedene su AB skrivene grede dimezija 50x20 cm. Stepenište je izvedeno kao kolenasta AB ploča, debljine $d=14\text{cm}$. Sami stepenici su od nabijenog betona MB30. Iznad ulaza postoji nadstrešnica koja je urađena od pune ploče, debljine $d=12\text{cm}$. Svi spoljni zidovi su zidani fasadnom opekam zute boje. Unutrašnji zidovi su zidani od pune opeke. Debljina unutrašnjih pregradnih zidova je 12cm, fasadnih u pravcu dimenzije stuba $d=30\text{cm}$ su 12+6+12cm, a fasadnih u pravcu dimenzije stuba $d=50\text{cm}$ su 38cm. U fasadnim zidovima između dva zida od 12cm, nalazi se tervol debljine 6cm. Marka opeke je M15, a marka produžnog cementnog maltera je M-5. Krov objekta je izveden kao mešovit. Na jednom delu postoji klasičan dvovodni krov, pokriven salonit pločama. Na drugom delu je ravan, prohodan krov. Padovi ravnog krova su izvedeni slojem mršavog.

Nakon obilaska objekta i analize prikupljenih podataka, zaključeno je da nije ugrožena stabilnost, nosivost i upotrebljivost objekta, ali je trajnost objekta ugrožena oštećenjima i prokišnjavanjem ravnog krova.



Slika 3.2. - Izgled postojeće lamele Osnovne škole

Projektom zadatkom predviđeno je da se objekat dogradi za jednu etažu, čime će se dobiti korisni prostor i ujedno rešiti problem ravnog krova. Predlog dogradnje se sastoji u tome da se postojeći ravni i kosi krov uklone i da se izvede još jedna etaža. Pri ovoj dogradnji će se eliminisati problem prokišnjavanja ravnog krova koji u većoj meri ugrožava trajnost objekta. Nadograđeni sprat će imati klasičan kosi krov.

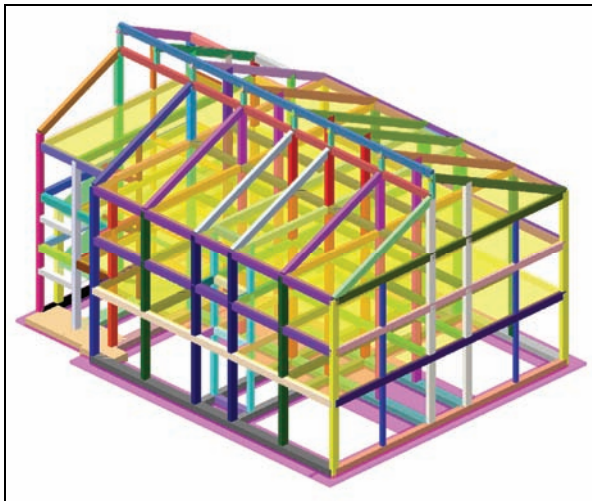
3.2. Opis novoprojektovane konstrukcije

Konstrukcija nadograđenog sprata je skeletna, kao i postojeća konstrukcija objekta. Noseću konstrukciju čine noseći stubovi i grede. Sama dogradnja je predviđena kao kopija postojećeg sprata, kako se ne bi narušio izgled

kompletne zgrade. Jedina izmena, u odnosu na postojeći sprat, je da na mestu ravnog krova bude kosi krov. Međuspratna konstrukcija iznad nadograđenog sprata je tipa FERT, ukupne debljine od 20 cm.. Na mestima pregradnih zidova se postavljaju podvlake $b/d=25/20$ cm armirane potrebnom armaturom. Spoljašni zidovi se zidaju kao i postojeći fasadni zidovi 12+6+12 cm i 38 cm. Kod sendvič zida, prostor između dva zida se popunjava staklenom opekom. Fasadna strana zida se zida žutom fasadnom opekom. Pregradni zidovi se rade od pune opeke $d=12$ cm. Malter za zidanje je produžni malter marke M5. Svi armirano - betonski elementi se izrađuju od betona MB 30 i armiraju se poprečnom i podužnom armaturom, kvaliteta GA 240/360. Krov nadograđenog sprata je dvovodan, nagiba 25° . Pokrivač je čelični, trapezasti lim, sistema kontinualne grede, raspona 1.32 m.

3.3. Statički proračun novoprojektovane konstrukcije

Za potrebe statičkog proračuna glavnog konstruktivnog sistema korišćen je prostorni model konstrukcije. Statički proračun i dimenzionisanje je izvršeno je na sledeći način. Nadograđen sprat i krovna konstrukcija se dodaju na model postojeće konstrukcije, bez tavanog prostora i krova. Stalna opterećenja su uzeta prema zapreminskoj težini ugrađenih elemenata, a povremeno je uzeto 3.0 kN/m^2 za učionice, i 4.0 kN/m^2 za hodnike i stepeništa. Povremeno opterećenje tavanog prostora uzeto je 1.5 kN/m^2 . Sneg je uzet intenziteta 1.0 kN/m^2 . Dejstvo vetra uzeto je u obzir prema važećim propisima SRPS U.C7.110, 111 i 112. Seizmičko opterećenje računato je metodom ekvivalentnog statičkog opterećenja VII seizmičke zone, II kategorije tla, I kategorije objekta.



Slika 3.3. - Model kompletne konstrukcije

4. ANALIZA ELEMENATA NOVOPROJEKTOVANE KONSTRUKCIJE

Iz rezultata statičkog proračuna i rezultata dimenzionisanja, vidi se da ne postoji potreba za dodatnom armaturom. Razlog ovome je dovoljna rezerva nosivosti postojeće konstrukcije. Konstruktivni sistem objekta je skeletni. Grede nose samo ono što je iznad njih a stubovi su dimenzija 30×50 cm i za ovu spratnost i opterećenje imaju veliku rezervu nosivosti. Kalkanski zidovi na tavanu su od siporeksa koji je znatno lakši od opeke, pa se i tu smanjilo opterećenje.

5. SANACIJA POSTOJEĆE KONSTRUKCIJE

Karakteristični defekt koji je primećen na skoro svim konstruktivnim elementima konstrukcije je nedovoljna debljina zaštitnog sloja betona. Zbog ovog defekta došlo je do korozije armature na skoro svim spoljnim AB elementima. Ove defekte je neophodno sanirati, izvođenjem dodatnog sloja reparaturnog betona na spoljnim stranama greda. Pre nanošenja sloja reparaturnog maltera neophodno je prvo ukloniti sloj oštećenog betona, zatim žičanom četkom očistiti armaturu i ukloniti koroziju sa nje. U slučaju da je neka armatura izgubila veći deo nosivosti usled korozije, potrebno je nju zameniti. Potrebno je uraditi novu masku dilatacije između lamele dva i tri. Potrebno je ukloniti biološko rastinje na svim mestima na kojima je uočeno. Zapušene slivnike oko objekta je potrebno očistiti, da bi se omogućilo nesmetano oticanje viška vode oko objekta.

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu statičkog proračuna i rezultata dimenzionisanja, izvodi se zaključak da dogradnja do predviđene visine ne ugrožava nosivost i stabilnost objekta i poboljšava trajnost objekta u celini. Ne ugrožavaju se susedni objekti i ne pogoršava se upotrebljivost pojedinih delova objekta za svrhe kojima služe. Nadogradnja objekta ne smanjuje seizmičku otpornost objekta. U okviru statičkog proračuna, dokazano je da su ostvareni potrebni kapaciteti nosivosti, stabilnosti i upotrebljivosti konstrukcije (globalno), kao i nosivosti tla. Zgrada po dovršenom nadgradnje kao celina zadovoljava zahteve stabilnosti, nosivosti, upotrebljivosti i sigurnosti, kao i savremene uslove korišćenja.

7. LITERATURA

- [1] Fema 308- Sanacija betonskih i zidanih zidnih građevina oštećenih zemljotresom
- [2] Pravilnik za beton i armirani beton 1987- BAB 87
- [3] Živorad Radosavljević- Armirani beton 3
- [4] Prof. Dr Vlastimir Radonjanin; Prof. Dr Mirjana Malešev: Predavanja u okviru nastavnog predmeta "Sanacija betonskih konstrukcija"
- [5] Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima.
- [6] Pravilnik o tehničkim normativima za sanaciju, ojačanje i rekonstrukciju objekata visokogradnje oštećenih zemljotresom i za rekonstrukciju i revitalizaciju objekata visokogradnje.

Kratka biografija:



Miloš Krčmar, rođen je u Novom Sadu, 19. februara 1988. god. Diplomski -master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Konstrukcije, odbranio je 2014. god.

PROCENA STANJA I SANACIJA VIŠESPRATNE ZIDANE ZGRADE NAKON DOGRADNJE**THE ASSESSMENT AND REPAIR OF MULTI-STOREY MASONRY BUILDING AFTER EXSTENSION**

Aleksandar Knežević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je data procena stanja i sanacija višespratne zidane zgrade, u Novom Sadu, nakon dogradnje. Rad sadrži rezultate detaljnog vizuelnog pregleda, statički proračun dogradnje i predlog mera sanacije registrovanih oštećenja. Projektovana je nova krovna konstrukcija, dograđen je sprat i izvršen je kontrolni proračun cele konstrukcije. Predmerom radova definisani su potrebni radovi i njihov obim za sanaciju i dogradnju konstrukcije.

Abstract – This paper presents the assessment and repair of multi-storey building, in Novi Sad, after extension. In addition to the detailed visual inspection is given static analysis and suggested way to repair registered damages. New roof's construction's been projected, entire floor is extended and complete control estimation's been done. With bill of quantities is defined whole necessary works for repair and extension of masonry construction.

Ključne reči: zidana konstrukcija, zgrada, nadogradnja, vizuelni pregled, statički proračun, sanacija

1. UVOD

Za postojeći stambeno poslovni objekat, u ulici Vojvode Mišića broj 9 u Novom Sadu, predviđeno je da se uradi procena stanja, projekat dogradnje i da se predlože mere sanacije i ojačanja konstrukcije objekta. Gradnja objekta je započeta 1939. godine, a dozvola za stanovanje je dobijena 8. marta 1940. godine. Izgled objekta prikazan je na slici 1.



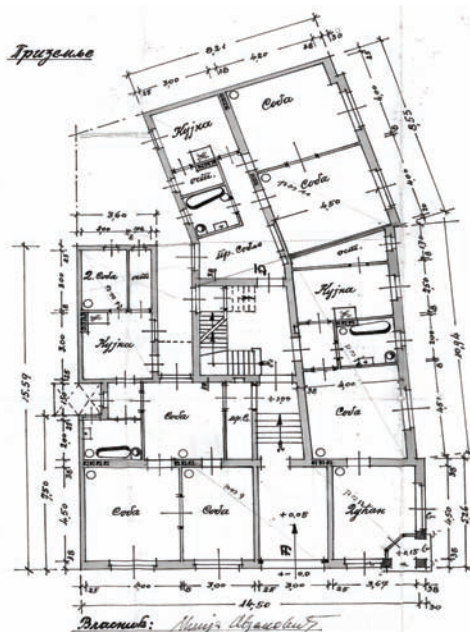
Slika 1. - Izgled objekta

NAPOMENA:

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

2. TEHNIČKI OPIS KONSTRUKCIJE

Posmatrani objekat je spratnost Po+Pr+2+Po. Podrum je na koti -1.4 m, dok je spratna visina između podruma i prizemlja 2.45 m. Ulaz u stambeni objekat je na koti 0 m, dok su ulazi u stambene jedinice prizemlja na koti +1.0 m, spratna visina prizemlja je 3.5 m. Na prvom i drugom spratnu nalaze se po tri stambene jedinice koje su ujedno i iste. Konstruktivni sistem objekta je masivni konstruktivni sistem. Fundiranje je izvršeno na trakastim temeljima. Međuspratna konstrukcija je ab sitnorebrasta. Stepenište je trokrako na svim spratovima. Osnova prizemlja objekta prikazane je na slici 2.



Slika 2. - Osnova prizemlja

3. DETALJAN VIZUELNI PREGLED - REGISTROVANJE DEFEKATA I OŠTEĆENJA

Obavljen je detaljan vizuelni pregled sa spoljašnje strane konstrukcije, u podrumu i u stepenišnom traktu. Detaljnim vizuelnim pregledom konstrukcije ustanovljeno je da na istoj postoje sledeće vrste defekata i oštećenja:

Defekti: nedovoljna debljina zaštitnog sloja betona, okrnjene ivice usled korišćenja daščane oplata.

Oštećenja: Mrlje od vlage, trošan malter, biološka korozija, trošna opeka, odvajanje i luskanje površinskog sloja maltera i fasadnog premaza, kristalizacija soli i pukotine u nosećim zidovima.

Karakteristični defekti i oštećenja na konstrukciji ilustrovani su na slikama 3 do 8.



Slika 3. - Mrlje od vlage, trošan malter



Slika 4. - Mrlje od vlage, trošan malter



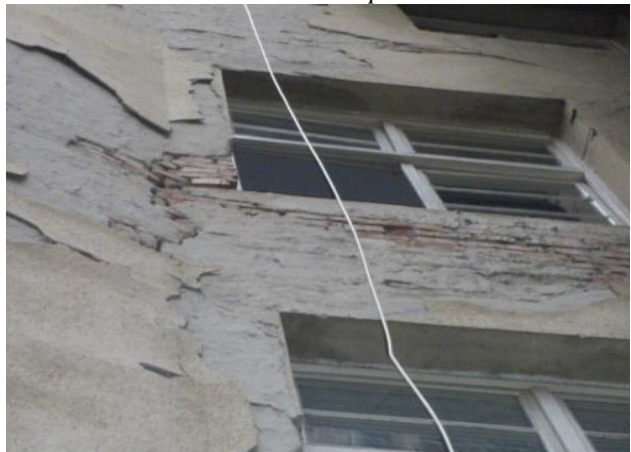
Slika 5. - Mala debljina zaštitnog sloja



Slika 6. - Trošan i otpao malter



Slika 7. - Trošan i otpao malter



Slika 8. - Vertikalna pukotina u nosećem zidu

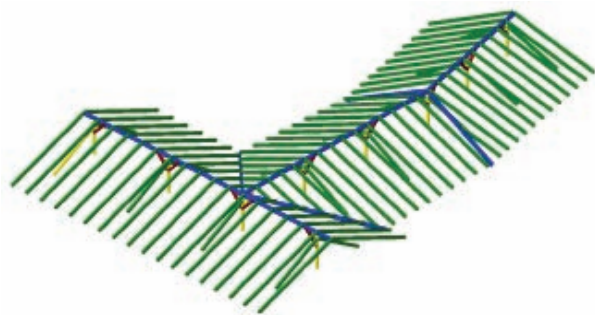
4. NADogradnja objekta

Pre izvođenja sanacionih radova pristupa se nadogradnji objekta. U svrhu nadogradnja prvo se izrađuje stepenište, kao vid komunikacije, između trećeg sprata i nadogradnje. Potom se pristupa izradi međuspratne konstrukcije, tipa FERT debljine $d=20$ cm sa razmakom rebara $\lambda=40$ cm. Noseći zidovi nadogradnje su izrađeni od YTONG termoblok^{PLUS} blokova.

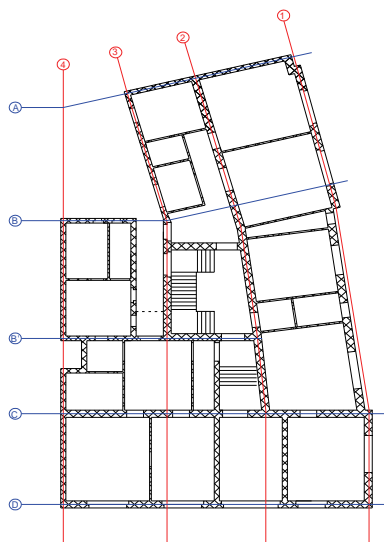
Krovnna konstrukcija je drvena i tipa je jednostruke stolice, drvo od koga se izrađuje je monolitno drvo prve eksploatacione klase. Krovni pokrivač je crep M-002 Classic proizvođača "Toza Marković" Kikinda. Na slici 9 prikazana je krovna konstrukcija, dok su u tabeli 1 prikazane usvojene dimenzije elemenata krovne konstrukcije.

Tabela 1. Poprečni presezi elemenata krovne konstrukcije

Element konstrukcije	Poprečni presek b/h (cm)
Stub	12/12
Sleme	12/16
Rog	12/14
Pajanta	12/12
Kosnik	12/14



Slika 9. - Krovna konstrukcija



Slika 10. - Raspored osa objekta

5. ANALIZA GRAVITACIONOG OPTEREĆENJA

Analiza gravitacionog opterećenja se sprovodi u cilju kasnijeg proračuna kontrole napona u nosećim zidovima konstrukcije. Cilj analize i proračuna je kasniji dokaz nosivosti konstrukcije nakon nadogradnje. Kontrola napona u zidovima sprovedena je na glavnim poprečnim i podužnim zidovima podruma, kao potencijalno najopterećenijim. Prikaz kontrole napona dat je u tabeli 2.

Tabela 2. Kontrola normalnih napona u zidovima

	A	B	B'	C	D	1	2	3	4
$\Sigma N(\text{kN/m})$	115	160	316	401	286	276	373	286	206
$\sigma(\text{kN/m}^2)$	302	421	830	1054	751	726	981	753	542

Iz tabelarnog prikaza se vidi da su normalni naponi manji od dozvoljene vrednosti $\sigma_{\text{doz}}=1500 \text{ kN/m}^2$ te nije potrebno ojačanje zidova.

Kontrolom napona u temeljnim spojnica je utvrđeno da je potrebno izvršiti ojačanje temeljnih traka ispod zidova duž osa B', C, D, 1, 2 i 3.

Ojačanje se vrši tako što se povećaju dimenzije temeljne trake, odnosno sračuna se minimalna širina trake koja može da nosi ukupno opterećenje konstrukcije.

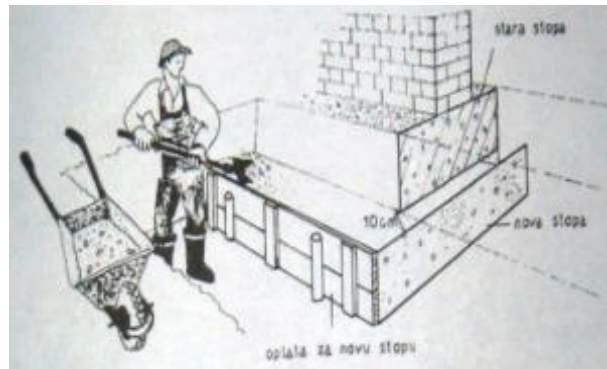
6. PREDLOG SANACIONIH MERA

Radi produžavanja i poboljšanja funkcionalnosti potrebno je da se na pojedine elemente konstrukcije primene određene sanacione mere. Pod sanacionim merama se

podrazumevaju zahvati na sanaciji pojedinih elemenata ili njihova zamena.

6.1. Ojačanje temeljnih traka

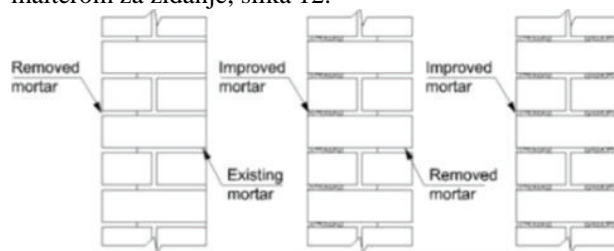
Ojačanje temeljnih traka se izvodi zarad povećanja površine oslanjanja temelja, čime se povećava površina preko koje se prenosi pritisak na tlo. Metoda kojom će se sanacija obaviti je podbetoniranje temeljnih traka, slika 11.



Slika 11. - Podbetoniranje temeljnih traka

6.2. Ojačanje malterskih spojnica

Ojačanje malterskih spojnica se sastoji u uklanjanju trošnih maltera iz spojnica do dubine od najviše 1/3 debljine zida, spojnica se potom čisti i popunjava novim malterom za zidanje, slika 12.



Slika 12. - Ojačanje malterskih spojnica

6.3. Postavljanje horizontalne hidroizolacije - "HIO" metoda

"HIO" metoda spada u metodu sanacije zidova koja štiti objekat od kapilarne vlage presecanjem zidova i ugradnjom naknadne vodonepropusne barijere - hidroizolacije. Ovim postupkom stabilnost objekta i očuvanost konstrukcije se ni u jednom momentu ne dovodi u pitanje. "HIO" metoda je prikazana na slici 13.



Slika 13. - "HIO" metoda

6.4. Postavljanje vertikalne hidroizolacije

Vertikalna hidroizolacija će biti postavljena na spoljašnjim i unutrašnjim zidovima podruma u delu koji

je ukopan u zemlju. Kao hidroizolator se koristi premaz na bazi bitumena.

6.5. Zapunjavanje pukotina

Ova tehnika obuhvata faze čišćenja i uklanjanja izdrobljenih komada opeke i maltera, zasjecanje pukotine (V-oblik), popunjavanje pukotine ekspanzivnim cementnim malterom. Poželjno je da se ubaci par armaturnih šipki kako bi se dodatno ojačala sanirana zona konstrukcije.

6.6. Izrada demit fasade

Pošto je potrebno da se smanji energija koja se troši na zagrevanje i hlađenje potrebno je uraditi termoizolaciju. Termoizolacija se radi sa grafitnim stiroporom debljine 8 cm. Izrada demit fasade izgleda tako što se prvo zidovi očiste, potom se postavlja stiropor tako što se lepi, preko stiropora se nanosi sloj lepka na koji se utapa staklena mreža preko koje opet ide sloj lepka. Kada se poslednji sloj lepka osuši nanosi se dekorativni sloj fasade. Na slici 14 prikazano je lepljenje stiropora na zid.

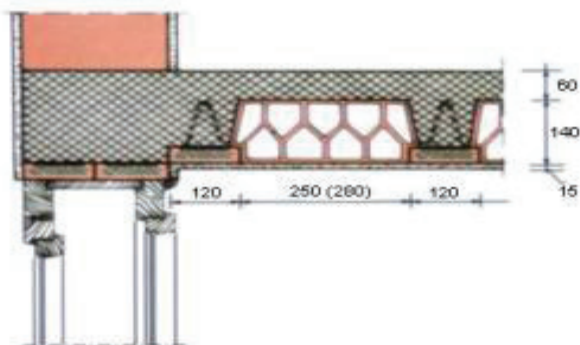


Slika 14. - Lepljenje stiropora na zid

6.7. Izrada FERT tavanice

Da bi se uopšte krenulo sa izradom FERT tavanice prvo se mora naravno ukloniti postojeća krovna konstrukcija, raščistiti sav šut, a potom krenuti sa izradom horizontalnih serklaža koji će biti veza između nosećih zidova i međuspratne konstrukcije.

Fert gređice se postavljaju na osovinskom razmaku od 40cm, nakon toga se postavljaju fert ispune s tim da se pre toga gređice moraju podupreti sa podupiračima na svakih 2m. Posle postavljanja podupirača betonska ploča se armira sa armaturnom mrežom Q131. Na slici 15 prikazan je izgled FERT tavanice.



Slika 15. - Izgled FERT tavanice

6.8. Izrada vertikalnih ab serklaža

Prema trenutno važećim pravilnicima i standardima zidana konstrukcija P+3+Pk u VIII seizmičkoj zoni mora imati vertikalne serklaže, te se iz tog razloga prilikom sanacije zgrade moraju izraditi i vertikalni serklaži. Softverskim proračun ustanovljeno je da konstrukcija i sa nadograđenim delom stabilna međutim prilikom sanacije bilo koje konstrukcije, na istoj se moraju izvršiti izmene prema trenutno važećim standardima i propisima, te se stoga pristupa izradi vertikalnih serklaža.

7. LITERATURA

- [1] Svetlana Brzev: Earthquake-Resistant Confined Masonry Construction, Indian Institute of Technology Kanpur, Kanpur, India.
- [2] Repair of Earthquake Damaged Concrete and Masonry Wall Buildings, The Applied Technology Council, Redwood city, California, 1998.
- [3] M. Malešev, V. Radonjanin: Skripta sa predavanja Procena stanja i održavanje građevinskih objekata, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [4] M. Malešev, V. Radonjanin: Skripta sa predavanja Oštedenja i sanacija zidanih konstrukcija, Fakultet tehničkih nauka, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [5] M. Muravljev, B. Stevanovid: Zidane i drvene konstrukcije zgrada, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd,2003.
- [6] M. Gojkovid, B. Stevanovid: Drvene konstrukcije, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd,2001.
- [7] B. Blagojevid: Građevinske konstrukcije, Zavod za uzbjenike i nastavna sredstva, Beograd, 1996.

Kratka biografija:



Aleksandar Knežević rođen je u Čačku, 05.04.1987.godine. Marta 2011.god. stekao je zvanje diplomiranog inženjera građevinarstva. Od jula 2013. godine radi u kompaniji "NIS" a.d. Novi Sad.

MONTAŽA LUČNE KROVNE KONSTRUKCIJE OD LAMELIRANOG LEPLJENOG DRVETA**ASSEMBLY OF ROOF STRUCTURE MADE FROM GLUED AND LAMINATED TIMBER (GLULAM)**

Vuk Vukanić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu je detaljno opisan proces izgradnje objekta koji je predviđeno da služi svrsi skupštinske sale. Posebna pažnja je ukazana problemu postavljanja glavnih nosača od lepljenog lameliranog drveta.

Abstract – Contains detailed construction process for a building designed to serve as an assembly hall. Special attention is given to the installation of the arched main trusses made from glued and laminated wood (glulam).

Ključne reči:**1. UVOD**

Nakon idejnog projekta koji je obrađen diplomskim-master radom "Parlament Republike Srpske u Banjaluci", čiji je autor Dimitrije Moro, i diplomskog rada "Projekat skupštinske sale od lameliranog lepljenog drveta", autora Vukanić Vuka, proistekao je i ovaj rad u kome je opisana tehnologija i proces izgradnje pomenutog objekta. Glavni zadatak je bio analiza mogućih načina montaže glavnih nosača, njihovih prednosti i mana, kao i izbor optimalne varijante.

2. USLOVI GRAĐENJA**2.1. Lokacija**

Od strane arhitekta predviđeno mesto izgradnje objekta je Banja Luka. Pri izboru su razmatrane tri ponuđene lokacije, a izabran je prostor pored kompleksa novoizgrađenih zgrada Vlade Republike Srpske, severno od centra Banja Luke. U prilogu se može videti situacioni plan koji je preuzet iz master rada arhitekta Dimitrija Moro pod nazivom Parlament Republike Srpske u Banja Luci.

2.2. Topografija terena

Gradnja je predviđena na relativno čistoj površini. To je prostor pored kompleksa novoizgrađenih vladinih zgrada, severno od centra Banja Luke. Pre početka radova, neophodno je ukloniti stabla, a teren raščistiti. Lokacija se nalazi na koti +164 mm.

2.3. Seizmička rejonizacija

Maksimalni stepen seizmičnosti regiona je VIII MCS. Podaci su uzeti iz pravilnika.

2.4. Klimatsko-meteorološki uslovi

U regionu vlada umereno kontinentalna klima. Maksimalne temperature se javljaju u letnjim mesecima i iznose do 35°C, a minimalne su zimske do -15°C. Prosečna količina padavina je 1050mm/m² godišnje. Zabeležena je brzina vetra od 30m/s.

2.5 Saobraćaj i transport

Predviđena lokacija se nalazi u razvijenom delu grada, tako da su obezbeđeni adekvatni pristupni putevi. Spoljašnji transport podrazumeva dostavu materijala i elemenata od strane proizvođača do gradilišta. Sav transport je predviđen drumskim vozilima. Unutrašnji transport je regulisan privremenim saobraćajnicama različite širine.

2.6. Snabdevanje vodom i električnom energijom

Na predviđenom prostoru postoji infrastrukturna mreža i potrebni priključci.

2.7. Snabdevanje građevinskim materijalom

Potrebni materijal doprema se na gradilište direktno od proizvođača ili iz skladišta proizvođača.

Glavni nosači od lepljenog lameliranog drveta se dovoze u segmentima kamionom.

Spajanje segmenata se vrši na gradilištu. Beton se dovozi iz fabrike betona mikserima i betonskom auto pumpom ugrađuje na predviđeno mesto. Oplatni i armaturni sklopovi se proizvode na gradilištu.

3. OPIS OBJEKTA**3.1. Opšti podaci**

Objekat je predviđen da se koristi kao skupštinska sala parlamenta u Banja Luci. U osnovi je nepravilnog geometrijskog oblika - gabarita 39.15x34.35m, što se može videti na dispoziciji, sl.1. Najviša tačka objekta je na koti 15.38 m u odnosu na kotu terena. Površina podne ploče je 976,0 m².

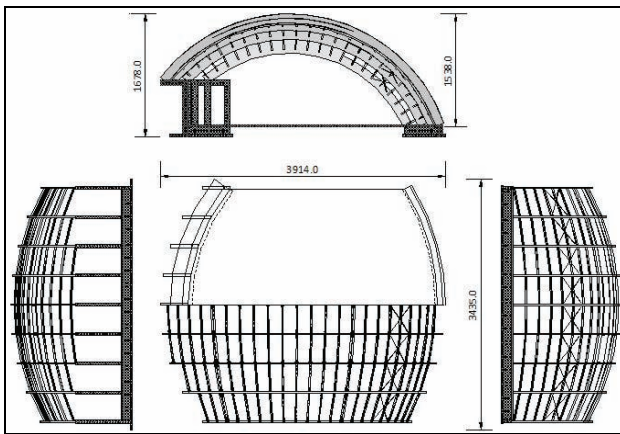
Objekat je sačinjen od dve AB temeljne trake međusobno povezane podnom pločom, devet AB stubova sa jedne strane, devet glavnih nosača od lepljenog lameliranog drveta, rožnjača od lepljenog lameliranog drveta, čeličnih spregova, transparentnog krovnog pokrivača i čeličnih veza koje ih povezuju.

3.2. Konstrukcija

Na slici 1. prikazana je osnova na kojoj je se vidi polovina osnove temeljne konstrukcije sa stubovima i polovina krovne konstrukcije i tri izgleda sa osnovnim dimenzijama objekta.

NAPOMENA:

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



Slika 1. Dispozicija objekta

Temeljna konstrukcija

Temeljnu konstrukciju čine armirano-betnoske temeljne trake obrnutog T-preseka. Objekt je fundiran na dubini 1,4 m u odnosu na kotu terena, odnosno 1,6 m u odnosu na kotu gotovog poda objekta. Projekat nalaže upotrebu betona MB30 i armature RA400/500.

Vertikalni noseći elementi

Sa jedne strane se nalaze AB stubovi sa konzolnim prepustom, marke betona MB30 i armature RA400/500 dok su sa druge strane na temeljnim trakama konstruisani čelični oslonci za glavne krovne nosače.

Glavni krovni nosači

Sačinjeni su od lepljenog lameliranog drveta. Poprečnog preseka 20/120cm. Glavni nosači se preko čeličnih oslonaca, sa jedne strane oslanjaju na pomenute AB konzolne grede, a sa druge na temeljnu konstrukciju.

Rožnjače

Na glavne nosače pomoću čeličnih veza postavljaju se rožnjače od lepljenog lameliranog drveta poprečnog preseka 16/21cm i 20/60cm. Preko njih se postavlja transparentni krovni pokrivač.

Spregovi

Dodatnu prostornu stabilnost krovne konstrukcije obezbeđuju krovni spregovi od čeličnih profila $\phi 16$ (č0361).

4. ANALIZA MONTAŽE GLAVNOG NOSAČA

Razmatrane su varijante spajanja segmenata glavnih nosača na zemlji u horizontalnom položaju nakon čega se podižu i montiraju u projektovani položaj, kao i varijante spajanja segmenata na privremenim osloncima.

4.1. Spajanje glavnog nosača na zemlji i podizanje u projektovani položaj

Ovu varijantu možemo podeliti na 3 karakteristična dela:

1. Spajanje segmenata u nivou tla
2. Podizanje u projektovani položaj
3. Spajanje glavnog nosača sa osloncima

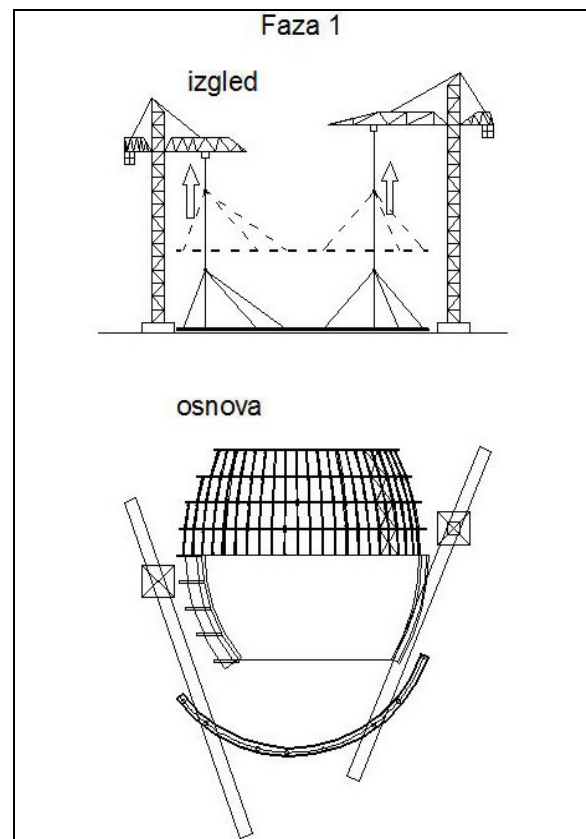
Prednosti ovakve montaže su:

- Sigurno, brzo i lako spajanje segmenata glavnog nosača u horizontalnom položaju na zemlji

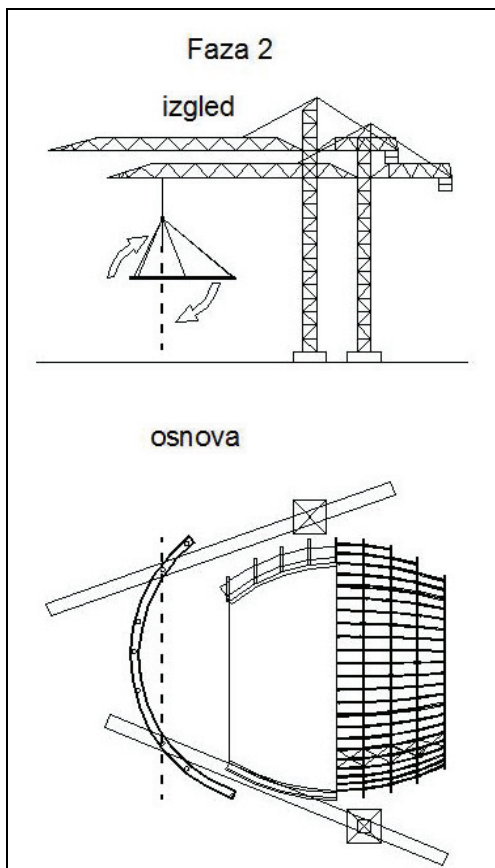
Neke od mana su:

- Potreban značajan prostor predviđen za spajanje
- Neophodno korišćenje dve dizalice. Problem određivanja mesta zahvatanja koja bi obezbedila stabilnost glavnog nosača kako u horizontalnom tako i u vertikalnom položaju u toku rotacije
- Potrebna visoka preciznost i usklađenost obe dizalice u toku transporta
- Opasnost od izvijanja
- Potrebno obezbediti stabilnost vezom sa prethodno montiranim glavnog nosača

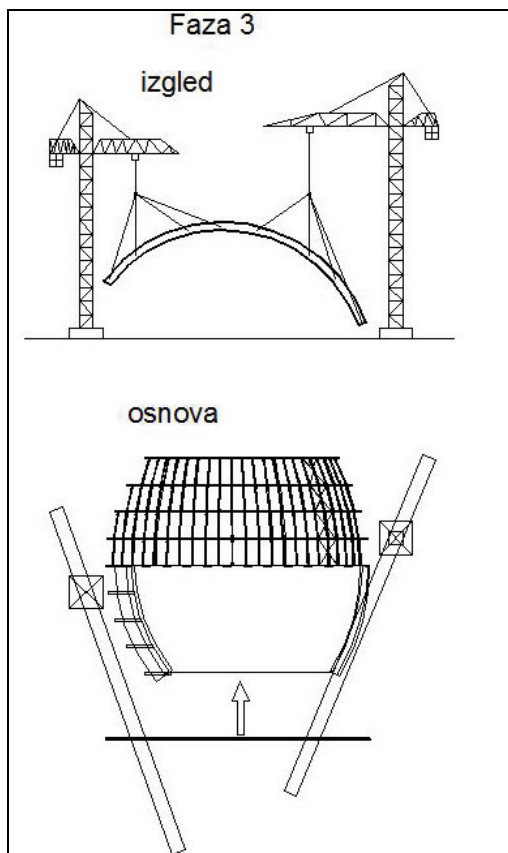
Na slikama 2, 3 i 4 je šematski prikazan proces podizanja spojenog glavnog nosača u projektovani položaj (koji karakterišu 3 faze).



Slika 2. Podizanje glavnog nosača sa zemlje



Slika 3. Rotacija glavnog nosača



Slika 4. Horizontalni transport do projektovanog položaja

4.2. Montaža glavnog nosača na privremenim osloncima, spajanje segmenata na visini

I ovu varijantu možemo podeliti na tri karakteristična dela:

1. Postavljanje privremenih oslonaca
2. Podizanje segmenta
3. Međusobno spajanje segmenata glavnog nosača

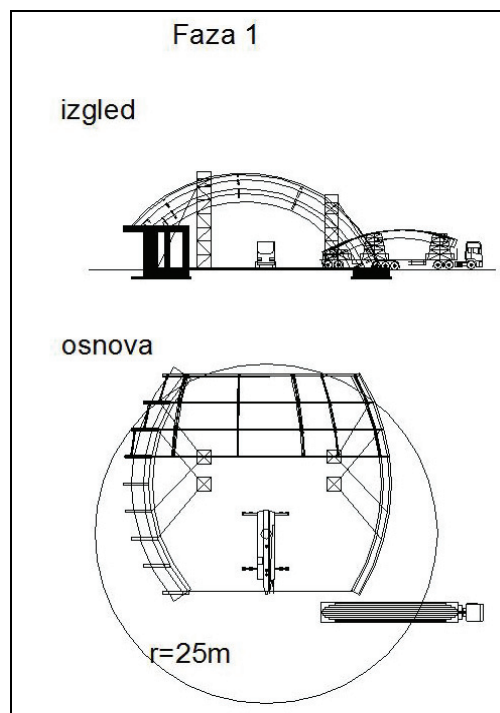
Prednosti su:

- Privremeni oslonci, doprinose stabilnosti konstrukcije prilikom montaže. Služe radnicima prilikom postavljanja rožnjača
- Dovoljna je jedna auto dizalica.
- Transport elemenata obavljen u horizontalnom položaju. Elementi se sa kamiona postavljaju u projektovani položaj. Nije potreban dodatni prostor za montažu
- Nema potrebe za rotacijom segmenata, a samim tim je i proces transporta pojednostavljen

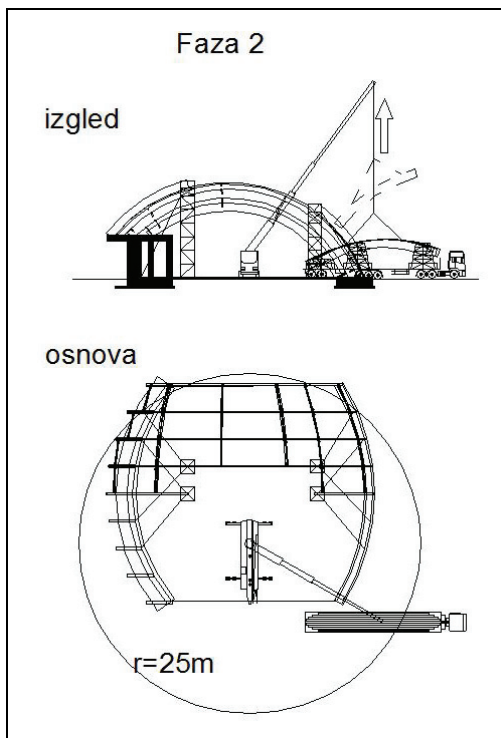
Mane:

- Izrada privremenih oslonaca
- Spajanje na privremenim osloncima. Potrebni su adekvatni privremeni oslonci koji će obezbediti precizno pozicioniranje elementa

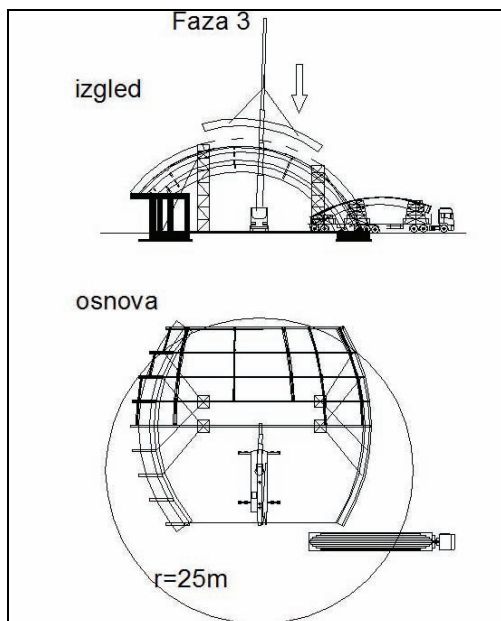
Na slikama 5, 6. i 7. je šematski prikazan proces podizanja segmenta glavnog nosača u projektovani položaj (koji karakterišu tri faze).



Slika 5. Postavljanje privremenih oslonaca



Slika 6. Podizanje segmenta (u ovom slučaju srednjeg)



Slika 7. Međusobno spajanje segmenata glavnog nosača

Nakon razmatranja prednosti i mana kao optimalana pokazala se varijanta montaže segmenata na privremenim osloncima pomoću auto-dizalice.

5. TEHNOLOGIJA GRAĐENJA

Kako bi se moglo predvideti vreme i trošak izgradnje objekta potrebno je znati potrebne radove, njihov obim i neophodnu tehnologiju-mehanizaciju. U radu su opisani zemljani, tesarski, armirački, betonski, i motažni radovi sa potrebnom mehanizacijom. Nakon sračunavanja obima

ovih radova, korišćenjem vremenskih normi došli smo do predviđenog trajanja izgradnje objekta.

6. ZAKLJUČAK

Iako se na prvi pogled pretpostavljeno rešenje podizanja spojenog glavnog nosača iz horizontalnog u projektovani (vertikalni) položaj čini boljim, analizom se pokazalo da je praktičnije spajati segmente na privremenim osloncima. Na osnovu glavnog projekta urađen je predmer radova i potrebna količina materijala.

Zajedno sa predviđenim aktvnostima na objektu, njihovim međusobnim vezama, kao i vremenom potrebnim da se one obave, možemo aproksimirati period potreban da se objekat završi.

Sve ovo, zajedno sa tabelarnim i grafičkim prikazima celokupnog procesa i njegovih elemenata omogućava nam da se formira realna cena izrade objekta, da se prati i kontroliše napredak, da se na vreme primete eventualni propusti i adekvatno koriguju.

7. LITERATURA

- [1] Milan R. Trivunić, "Montaža betonskih konstrukcija zgrada", Univerzitet u NovomSadu, FTN, Novi Sad, 2000
- [2] Prof. dr Milan Trivunić, Mr Zoran Matijejić: "Upravljanje projektima", Novi Sad, 2004
- [3] Trbojević B.: "Organizacija gardevinskih radova", Naučna knjiga, Beograd, 1991
- [4] Branko Zarić, Dragan Buđevac, Bratislav Stipanić: "Čelične konstrukcije u građevinarstvu", Građevinska knjiga, Beograd, 1995
- [5] Milan Gojković: "Drvene konstrukcije", Građevinski fakultet - Beograd, Naučna knjiga, Beograd, 1983
- [6] Pravilnik o tehničkim normativima za beton i armirani beton PBAB87
- [7] Normativi rada: Prosečne norme u građevinarstvu, I deo - visokogradnja, Građevinska knjiga, Beograd

Kratka biografija:



Vuk Vukanić rođen je u Novom Sadu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo odbranio je 2014.god.

PROJEKAT KONSTRUKCIJE STAMBENO-POSLOVNE ZGRADE U NOVOM SADU I UPOREDNA ANALIZA DOMAĆIH I EVROPSKIH STANDARDARDA**THE PROJECT OF HOME-BUSINESS BUILDING IN NOVI SAD AND COMPARISON OF DOMESTIC STANDARD AND EUROPEAN**Milan Uljarević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Cilj rada jeste komparativna analiza i poređenje dobijenih rezultata po domaćem važećem standardu i evropskom važećem na predmetnom armirano betonskom objektu.

Abstract – The aim of paper is comparison analysis and of results of domestic standard and european on the object of reinforcement concrete.

Ključne reči: modeliranje, analiza, sile, naponi, proračun, dimenzionisanje, poređenje

1. UVOD

U ovom master radu urađena je analiza statičkih uticaja i potrebnih površina armature u elementima stambeno-poslovne zgrade spratnosti Su+P+5 po domaćim SRPS standardima i po evropskim Eurocode standardima. Nakon analize statičkih uticaja i potrebnih količina armature a izvršeno je poređenje rezultata proračuna. Proračun je urađen pomoću programskih paketa Graitech advance i Tower 6. Obradeni su: analiza opterećenja (vertikalnog i horizontalnog), statički i dinamički proračun i dimenzionisanje elemenata konstrukcije. Tabelarno su prikazani statički uticaji u konstruktivnim elementima zgrade koji su analizirani kao i potrebne količine armature.

2. OPIS OBJEKTA**2.1. Arhitektonsko rešenje**

Stambeno poslovna zgrada Po+P+5 je locirana u Novom Sadu. Podrum je namenjen za pomoćne prostorije poslovnog i stambenog prostora. Prizemlje je planirano za poslovni prostor. Ostali delovi i etaže projektovane konstrukcije su namenjeni za stambeni prostor. Raspored prostorija po etažama nije definisan i nisu utvrđeni tačni položaji pregradnih zidova.

Spratna visina podruma je 2.5 m, prizemlja 3.2 m a ostale etaže su spratne visine 2.8 m. Vertikalna komunikacija se ostvaruje pomoću lifta i dvokrakog stepeništa od prizemlja do prvog sprata i jednokrakog stepeništa na ostalim etažama objekta. Fasadni zidovi su izrađeni od sendvič zidova 12+5+25 (12 cm opeka, 5 cm termoizolacija i 25 cm opeka). Pregradni zidovi su od pune opeke 25 i 12 cm. Podovi u poslovnom prostoru su izvedeni od keramičkih pločica. U stambenom delu objekta predviđen je parket i cementna košuljica.

NAPOMENA:

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

2.2. Konstruktivni sistem objekta

Konstruktivni sistem objekta je skelet ukrućen armirano-betonskim platnima. Raster subova je 5.0; 5.0; 3.5; 4.0; 4.0 m u podužnom pravcu i 4.0; 4.5; 3.0 m.

Stubovi su dimenzija 50/50 cm na etažama podruma i prizemlja i 40/40 cm na svim ostalim etažama. Stubovi su povezani gredama 30/40 cm na svim etažama. Tavanice su pune ploče debljine 16 cm, koje su projektovane kao sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča u oba pravca. Međuspratna konstrukcija prima gravitaciono opterećenje jednog sprata i prenosi na grede i stubove ramova. Tavanica ukružuje sistem u horizontalnom pravcu, prima horizontalne sile od vetra i seizmike i prenosi ih na vertikalne elemente: stubove i platna za ukrućenje. Svi armiranobetonski elementi se izvode od betona MB40 i armiraju armaturom RA400/500.

Za potrebe poređenja rezultata u analizi po evropskim standardima korišteni su beton C35/45 i armatura klase duktilnosti B. Zidovi za ukrućenje su postavljeni u oba ortogonalna pravca i njihova uloga je da horizontalno opterećenje prime i prenesu na temelje i doprinesu krutosti celog sistema, debljine zidova za ukrućenje su 20 cm.

Noseći sistem stepeništa su armirano-betonske ploče debljine 16 cm. Dimenzije stepenika su različite u zavisnosti od tipa i rastera stepeništa (26.7/20; 33.3/15; 27/18.7) Fundiranje objekta je predviđeno na monolitnoj punoj armirano-betonskoj ploči debljine 60 cm, a kao podloga za izradu ploče koristi se sloj nabijenog šljunka debljine 30 cm. Podrumski zidovi su debljine 20 cm i oblažu se se termo i hidroizolacijom sa spoljašnje strane i zasipaju se šljunkom. Dozvoljeni naponi u tlu su 200 kPa. Ukoliko se po dobijanju geomehaničkog elaborata utvrdi da dobijeni naponi u tlu nisu u granicama dozvoljenih, biće vršena zamena tla.

3. IZVRŠENE ANALIZE

Na osnovu analiza i rezultata mogu se uporediti rezultati dobijeni po dva različita standarda, odnosno poređenje rezultata domaćeg važećeg standarda i Eurocode-a.

Proračun i dimenzionisanje po domaćem standardu su rađeni u takođe domaćem softveru Tower 6 proizvođača Radimpex-Beograd dok su rezultati po Eurocode-u dobijeni analizom u softverskom paketu Graitec Advance i Graitec Concrete, Francuske proizvodnje.

Oba softvera rade na principu konačnih elemenata što znači da za složenu geometriju i složeno opterećenje nije moguće naći rešenja u analitičkom obliku. Zbog toga se

koriste numeričke metode, a jedana od njih, najčešće korišten je metoda konačnih elemenata (MKE). Rešavanje problema metodom konačnih elemenata svodi se na rešavanje sistema algebarskih jednačina. Dobijena rešenja su približna i odnose se na određene tačke strukture. Proces modeliranja sastoji se u diskretizaciji kontinuuma (tijela ili strukture).

Takav model sastoji se od konačnih elemenata, koji su povezani u čvorovima (štapni elementi), po graničnim zajedničkim linijama (ravanski elementi), ili zajedničkim površinama (prostorni elementi).

Za svaki konačni element postavljaju se jednačine, a njihovom kombinacijom dobiju se jednačine cijele strukture.

U programu Graitec Advance su implementirani Eurocodovi tako da su pojedina opterećenja automatski generisana nakon unosa zahtevanih osnovnih podataka o konstrukciji (namena, tip konstrukcije, geografski podaci lokacije na kojoj se nalazi itd.) tako da su korisna opterećenja klasirana u programu po tipu konstrukcije (etaže) u neku od klasa od A do Q dok su u programu Tower sva opterećenja osim seizmičkog izračunata "ručno" i unesena u vidu ulaznih podataka u program.

3.1 Primenjeni materijali

Tabela 1. *Primenjeni materijali*

Materijal	Domaći propisi	Eurocode
Beton	MB40	C35/45
Čelik	RA400/500	B500B

MB40 – Nominalna čvrstoća betona pri pritisku u starosti od 28 dana. Zasniva se na karakterističnoj čvrstoći i ima jedinicu u MPa. Modul elastičnosti za MB40 iznosi $E=34\text{GPa}$.

C35/45 – Klasa čvrstoće betona zasnovana na karakterističnoj vrijednosti betona pri pritisku na cilindar f_{ck} i čvrstoće betona pri pritisku na kocku $f_{ck,cube}$ u starosti betona od 28 dana i ima jedinicu u MPa, $(C_{f_{ck}}/f_{ck,cube})$. Modul elastičnosti za C35/45 iznosi $E=34\text{GPa}$

RA400/500 – armatura koja ima granicu razvlačenja 400 MPa i karakterističnu čvrstoću pri zatezanju od 500 MPa

B500B – Čelik sa normalnom klasom duktilnosti (B) i čvrstoćom pri zatezanju od 500 MPa.

3.2 Modalna analiza

Za modalnu analizu konstrukcije korišten je proračunski model konstrukcije sa realnim rasporedom masa i ukupno 10 tonova vibracija. Pri određivanju kombinacije opterećenja za proračun mase koja se koristi za modalnu analizu, domaći i evropski propisi koriste različite koeficijente za udeo pojedinih opterećenja (tabela 2).

Tabela 2. *Kombinacija opt. modalne analize*

Propis	Merodavne kombinacije
Domaći propisi	$1.0 * g + 0.5 * Q + 1.0 * S$
Eurocode	$1.0 * G + 0.15 * Q - A + 0.4 * Q - E$

Primetno je da su različite kombinacije opterećenja propisane različitim standardima, što utiče in a vrednosti perioda vibracija (tabela 3).

Tabela 3. *Rezultati modalne analize*

No	Domaći propisi		Eurocode		
	T [s]	f [Hz]	T [s]	f [Hz]	Energ.(J)
1	0.75	1.32	0.8	1.3	25.7
2	0.56	1.77	0.5	1.8	47.9
3	0.39	2.51	0.4	2.5	89.9
4	0.17	6.11	0.2	6.1	442.3
5	0.16	6.17	0.2	6.1	445.4
6	0.14	6.96	0.1	6.9	512.2
7	0.08	11.62	0.1	12.1	1200.4
8	0.08	11.85	0.1	12.4	1319.4
9	0.05	17.78	0.1	18.5	3276.6
10	0.05	18.63	0.1	19.4	2857.6

3.3 Analiza seizmičkog opterećenja

Upoređeno je ukupno seizmičko opterećenje konstrukcije u dva upravna pravca (x, y) dobijeno kao suma opterećenja po pojedinim tonovima vibracija.

Tabela 4. *Intezitet seizmičkih sila*

Seizmičko opterećenje po tonovima [kN]		
Pravac	Domaći propisi	Eurocode
X	2228.80	4669.23
Y	1909.80	3998.01

Ukupno seizmičko opterećenje konstrukcije proračunato po domaćem standardu je znatno manje od opterećenja proračunatog uz primjenu EC (približno za 50%).

3.4 Analiza opterećenja od vetra

Opterećenje od vetra je analizirano u zavisnosti od klimatskih uslova područja i geografskog popožaja objekta.

Tabela 5. *Opterećenja vetrom*

Opterećenje od vetra [kN/m ²]		
Pravac/zona	Domaći propisi	Eurocode
X/ver.zone	1.33	1.7
X/krov	1.03	2.7
Y/ver.zone	1.33	1.7
Y/krov	1.03	2.7

Opterećenje koje je analizirano po domaćim standardima SRPS U.C7.110 i aplicirano u programu Tower 6 je izračunato kao površinsko konstantnog inteziteta na cijeloj površini neke strane objekta i zanemarene su promene opterećenja po visini i aplicirano je kao linijsko dok je opterećenje od vetra po Eurocode-u EN 1991-1-1:2004 automatski generisano u softveru (implementirani su propisi Eurocode-a u programu) i aplicirano je kao površinsko. Takođe zahvaljujući nematerijalnom elementu "windwall" koji program omogućuje automatski su proračunati pritisci zavisno od zona objekta po širini i

po visini. U ovom delu su prikazani samo apsolutni maksimumi opterećenja.

3.5 Analiza korisnog opterećenja

Korisna opterećenja su usvajana u skladu sa standardima SRPS U.C7.121 i EN 1991-1-1:2004 koja imaju nešto različite intezitete propisane ovim pravilnicima.

Tako su za predmetni objekat usvojene sledeće vrednosti korisnih opterećenja:

Tabela 6. Korisna opterećenja

Korisno opterećenje [kN/m ²]		
Nivo	Domaći pravilnik	Eurocode
Podrum	2.0	2.0
Prizemlje	4.0	4.0
Tipski sprat	1.5	2.0
Krov	1.5	2.0
Terase	1.5	2.5

Korisna opterećenja propisana po Eurocode-u su veća od onih propisanih domaćim standardima.

Takođe se mora napomenuti da je po preporukama domaćeg pravilnika težina pregradnih zidova predstavljena kao jednako podeljeno opterećenje inteziteta $q = 1.1 \text{ kN/m}^2$ za usvojenu spratnu visinu dok evropski pravilnik preporučuje da opterećenja zidova $\leq 3 \text{ kN/m}^2$ budu usvojena kao jednako raspodeljena opterećenja inteziteta $q_k = 1.2 \text{ kN/m}^2$ što u sumi daje znatno veća korisna opterećenja usvajana po evropskom standardu.

3.6 Analiza uticaja u preseccima

Predstavljeni su uticaji u linijskim elementima u određenim preseccima.

Tabela 7. Presečne sile u gredama

Veličine momenata u datim preseccima greda [kNm]				
Presek	Domaći propisi		Eurocode	
	M-gore	M-dole	M-gore	M-dole
1-1	20.62	9.54	25.3	19.00
2-2	3.51	22.98	4.60	28.30
3-3	50.94	11.92	75.50	6.20
4-4	49.58	14.45	96.30	6.90
5-5	1.51	21.18	7.40	29.81
6-6	62.20	14.10	105.30	14.90
7-7	0.65	25.38	2.70	27.10
8-8	56.56	7.04	104.91	33.30
9-9	51.57	21.56	89.60	33.12
10-10	0.51	26.07	7.30	34.20
11-11	0.73	20.38	5.33	23.91
12-12	53.6	18.32	87.91	30.32
13-13	0.15	29.55	2.71	33.21
14-14	58.22	14.71	81.30	13.98

Uticaji koji su izdvojeni su uticaji od anvelope kombinacija opterećenja bez koeficijenata sigurnosti.

Iz priloženih tabela se vidi da su uticaji (momenti savijanja i normalne sile) dobijeni po evropskim standardima znatno veći nego po domaćim propisima.

Tabela 8. Presečne sile u stubovima

Veličine momenata u datim preseccima stubova [kNm]				
Presek	Domaći propisi		Eurocode	
	Mmax	N-	Mmax	N-
1-1s	21.93	376.57	36.44	597.11
2-2s	13.86	484.42	13.50	503.33
3-3s	57.80	722.52	149.22	1696.60
4-4s	37.15	97.91	83.91	169.00
5-5s	157.54	170.29	377.71	648.40
6-6s	72.30	820.34	165.70	1882.11
7-7s	34.79	8.88	47.10	54.50

3.7 Analiza potrebnih površina armature

U narednom delu rada tabelarno su prikazane potrebne površine podužne armature u datim preseccima linijskih elemenata:

Tabela 9. Potrebne površine armature u gredama

Potrebna površina armature u gredama [cm ²]				
Presjek	Domaći propisi		Eurocode	
	potAa1	potAa2	potAa1	potAa2
1-1	0.79	1.78	1.35	2.41
2-2	2.54	0.07	2.51	0.1
3-3	0.17	5.04	0.1	2.96
4-4	0.2	6.75	0.05	3.98
5-5	2.42	0.06	2.85	0.03
6-6	0.21	7.21	0	4.98
7-7	3.54	0	4.25	0.08
8-8	0.1	7.06	0	5.01
9-9	1.4	5.12	0.01	7
10-10	3.11	0.13	4.1	0.12
11-11	2.13	0.09	3.12	0.02
12-12	0.3	5.45	0.35	6.65
13-13	4.4	0.03	4.61	0.2
14-14	1.04	7.08	2.52	6.12

Tabela 10. Potrebne površine armature u stubovima

Potrebna površina armature u stubovima [cm ²]				
Presjek	Domaći propisi		Eurocode	
	potAa1	potAa2	potAa1	potAa2
1-1s	4.06	4.05	12.25	12.25
2-2s	2.4	2.4	8.25	8.25
3-3s	3.75min	3.75min	6.25min	6.25min
4-4s	2.40min	2.40min	4.00min	4.00min
5-5s	4.6	4.6	11.25	11.25
6-6s	2.64	2.64	12.51	12.51
7-7s	2.40min	2.40min	4.00min	4.00min

3.7 Analiza horizontalnog pomeranja

Tabela 11. Pomeranja vrha konstrukcije

Horizontalna pomeranja vrha konstrukcije [mm]		
Pravac	Domaći Pravilnik	Eurocode
x	10.61	23.1
y	13.35	29.3

Usled većih horizontalnih sila prema domaćim propisima, javljaju se i veća horizontalna pomeranja vrha zgrade.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu svih rezultata i analiza rada dolazi se do zaključka da evropski standard ima nešto strožije kriterijume određivanja opterećenja koja deluju na konstrukciju kako vertikalnih tako i horizontalnih što prouzrokuje veće presečne sile u presecima određenih elemenata konstrukcije međutim kada je reč o dimenzionisanju i potrebnoj površini armature u elementima razlike su manje zbog manjih koeficijenta sigurnosti u kombinacijama opterećenja potrebnim za dimenzionisanje, s tim da su u stubovima većinom zahtevane minimalne površine armature.

Nakon analiza takođe može da se zaključi da Eurocode propisuje nešto veće minimalne vrednosti površina armatura u elementima u odnosu na PBAB kao i da evropski standardi imaju manje dozvoljene vrednosti napona kada je riječ o kontrolama koje su sprovedene za predmetnu konstrukciju.

5. LITERATURA

[1] ZBIRKA SRPSKIH PRAVILNIKA I STANDARDA ZA GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE: Srpski standard sa obaveznom primenom od 1988 - stalna opterećenja građevinskih konstrukcija (SRPS U.C7.123) Srpski standard sa obaveznom primenom od 1988 - korisna opterećenja stambenih i javnih zgrada (SRPS U.C7.121) Srpski standard sa obaveznom primenom od 1992 - opterećenje vetrom (SRPS U.C7.110-112) 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] Ž. Radosavljević, D. Bajić: "ARMIRANI BETON 3", *Građevinska knjiga, Beograd, 2007.*

[5] EN 1998-1:2004; Dio 1: Opšta pravila, seizmička dejstva i pravila za zgrade; *Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, novembar 2009.*

[6] EN 1992-1-1:2004; Dio 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade; *Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, februar 2006.*

[7] EN 1990:2002: Osnove proračuna konstrukcija; *Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, februar 2006.*

[8] EN1991: Dio 1: Zapremne težine, sopstvena težina, korisna opterećenja za zgrade; Dio 3: Dejstva snijega; Dio 4: Dejstva vjetrova, *Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, novembar 2009.*

[9] Prof. Dr Đorđe Ladinović: "Analiza konstrukcija zgrada na seizmičko dejstvo", *Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka; Novi Sad, 2007.*

[10] Vanja Alendar: "Projektovanje seizmički otpornih armiranobetonskih konstrukcija kroz primjere"; Dio A – Osnovi teorije i uvod u propise; *Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Institut zamaterijale i konstrukcije; Beograd, novembar 2004.*

Kratka biografija:



Milan Uljarević rođen je u Nevesinju 1989. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – konstrukcije odbranio 2014.god.

**PROJEKAT SISTEMA ZA NAVODNJAVANJE NA PODRUČJU NOVOG SELA,
OPŠTINA BIJELJINA****IRRIGATION PROJECT IN NOVO SELO, BIJELJINA MUNICIPALITY**Branislav Stevanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su razmatrana moguća varijantna rješenja navodnjavanja. Analizirana su dva varijantna rješenja gdje su izvršeni istražni radovi kojima je utvrđen kvalitet i kvantitet vode u podzemlju, za varijantu A, kao i u starači rijeke Drine, za varijantu B. U obje varijante određeni su rasporedi Tabli za navodnjavanje, kao i organizacija poljoprivrednih površina. Hidraulički proračuni i dimenzionisanje sistema za navodnjavanje izvršeno je u programskom paketu „EPANET 2“ koji vrši matematska modeliranja i simulaciju rada sistema pod pritiskom. Analizom osnovnih pokazatelja razmatranih varijantnih rješenja usvojena je povoljnija varijanta. Zatim je urađen detaljan opis tehničkog rješenja sistema navodnjavanja.

Abstract The paper considers possible alternative solutions irrigation. We analyzed two alternative solutions where was finished exploration, which determined the quality and quantity of water in underground for variant A as well as the old meander of river Drina for variant B. Both options are determined by the board of irrigation schedules and organization of agricultural land. Hydraulic calculation and dimensioning of irrigation was performed in the software package "EPANET 2" which performs mathematical modeling and simulation of the system under pressure. The analysis of the main economic indicators of the considered variant solutions adopted a more favorable option. Then done a detailed description of the technical solution of the irrigation system

Ključne reči: Navodnjavanje, Istražni radovi, Organizacija poljoprivrednih površina, Hidraulički proračuni, Programski paket „EPANET 2“

1. UVOD

Za sagledavanje osnovnih karakteristika tla potrebnih za pravilno razumjevanje i definisanje baznih parametara uređenja vodnog režima korišćene su slijedeće podloge: geološko-petrografske, klimatske, padavine, reljef, hidrografske karakteristike i sadašnji način korištenja tla koje su bile predmet razmatranja u ranijem diplomskom zadatku.

Izgradnjom sistema za navodnjavanje na cijeloj površini će se omogućiti uslovi za ratarenje u uslovima navodnjavanja, značajnija zastupljenost konkurentnijih i profita

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srđan Kolaković, red.prof.

bilnijih kultura, te ostvarenje dvije žetve na znatno većim površinama.

2. RAZMATRANA VARIJANTNA RJEŠENJA

Analizirana su dva varijantna rješenja i to:

Varijantno rješenje koje koristiti izvor vodosnabdijevanja iz podzemne izdani na području novog sela – Varijantno rješenje "A"

Varijantno rješenje koje koristiti izor vodosnabdijevanja (dovod vode) sa akumulacije iz starače rijeke Drine – Varijantno rješenje "B"

2.1. OPIS VARIJANTNOG REŠENJA "A"

Prilikom razrade koncepta tehničkog rješenja Varijante "A", uvažene su slijedeće bitne postavke :

Provedenim istraživanjima izdašnosti postojećih bunara, sugerisano je da kapaciteti novih bunara budu do 70 l/s. Pri tom kapacitetu bunara, procjenjeni radijus uticaja je do 300 metara, sa veoma malim dinamičkim sniženjem nivoa vode. Navedena sugestija podržava i principe hidrauličke stabilnosti mreže za distribuciju vode, u pogledu pojave nestacionarnih režima u cjevovodima.

Uvažavati postojeći raspored i organizaciju poljoprivrednih površina data je organizacija Podsistema i raspored bunara – slika 1.

Dovod dovoljnih količina vode do mašina projektovati za pritiske od 3,3 bar-a na kraju cjevovoda do 4,0 bar-a na početku distributivnog cjevovoda, čime će se troškovi pogona svesti na racionalnu mjeru.

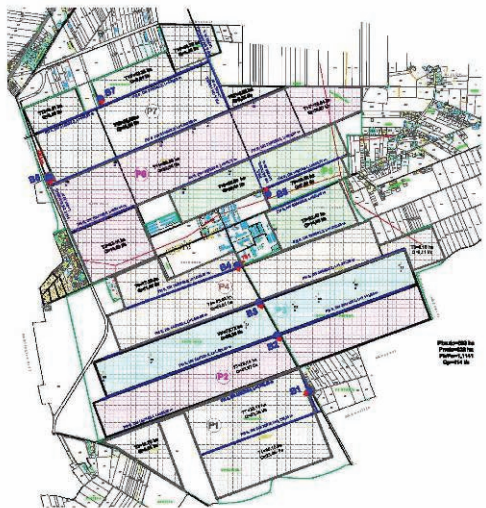
Razrada varijantnog rješenja "A", provedena je najprije kroz analizu organizacije površina za navodnjavanje, a zatim kroz analizu potrebnih količina za navodnjavanje i raspored bunarskih vodozahvata. Potom su provedeni hidraulički proračuni i dimenzionisanje sistema za navodnjavanje.

Ukupna bruto površina na području Novo Selo, koja će se navodnjavati, a koja je predmet ovog projekta, prema varijanti "A", iznosi $P_{bruto}=693,30$ ha. Nakon ažuriranja dispozicije, na kojoj su unešene nove putne komunikacije, izuzeto zemljište koje se već koristi za druge svrhe, dobijena je neto površina navodnjavanja $P_{neto}=622,25$ ha. Na osnovu dobijenih neto površina, usvojene norme navodnjavanja (zalivanja) od 30 mm, za turnus navodnjavanja u trajanju od 9 dana, dobije se ukupna potreba za vodom. Potreba za vodom za radno vrijeme od 24 časa, iznosi:

$$Q=0,030 \text{ m} \times 622,25 \times 104 \text{ m}^2 \times 1000 / (9 \times 86400) \\ \text{sec}=240,07 \text{ l/s}$$

Ako se u sistemu uzmu u obzir gubici na transportu i distribuciji vode od 15%, onda ukupna potrebna količina vode za navodnjavanje, prema usvojenoj normi navodnjavanja za neto površinu i turnus navodnjavanja od 9 dana i 16 časovno radno vrijeme (u dvije smjene), u sistemu za navodnjavanje Novo Selo, iznosi:

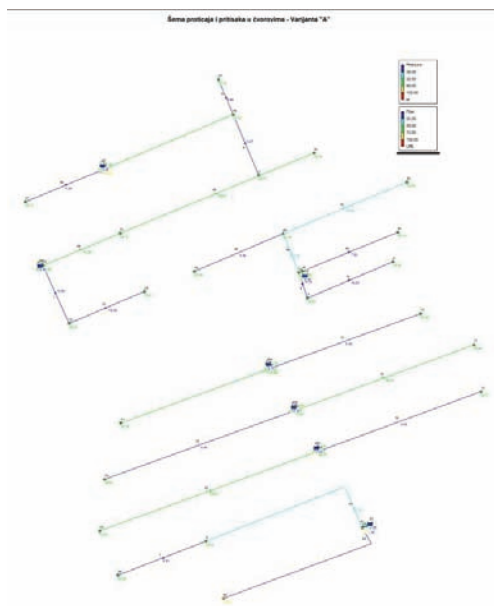
$$Q_{p.uk}=240,07 \times 1,15 \times 24/16=414,11 \text{ l/s}$$



Slika 1. Organizacija Podsistema i raspored bunara – Varijantno rješenje "A"

Hidraulički proračuni i dimenzionisanje sistema za navodnjavanje izvršeno je u softverskom paketu "Epanet 2", koji vrši matematska modeliranja i simulacije rada sistema pod pritiskom.

Matematski model, prikazan na slici 2., formiran je kao sedam nezavisnih podsistema, koji rade samostalno svaki za sebe, sa sopstvenim izvorom vodosnabdijevanja i sopstvenim hidromašinskim pogonom (pumpnim stanicama). Za izvore vodosnabdijevanja predviđeni su bunari, sa pumpnim stanicama kapaciteta 5×55 l/s i 2×70 l/s.



Slika 2. Rezultati matematskog modeliranja u paketu "Epanet 2", dobijene vrijednosti pritiska i proticaja u distributivnim cjevovodima – Varijantno rješenje "A"

Sistem je dimenzionisan za rad u najnepovoljnijem slučaju kada je u funkciji maksimalan broj mašina za navodnjavanje, u spregnutom radu na pojedinim površinama a čvorno opterećenje je zadato na kraju cjevovoda.

Na osnovu potrebnih količina vode za navodnjavnjem izvršena je raspodjela čvorne potrošnje, odnosno definisanje jednog od ulaznih parametara modela.

2.2. OPIS VARIJANTNOG REŠENJA "B"

Varijantno rješenje "B" razrađeno je na osnovu korišćenja izvora vodosnabdijevanja iz akumulacije u starači rijeke Drine (slika 3.), odnosno dovoda vode iz navedene akumulacije do područja za navodnjavanje Novo Selo.

Na osnovu provedenih istraživanja kvantiteta i kvaliteta vode iz akumulacije konstatovano je da nema bilo kakvih ograničenja. Minimalna izdašnost akumulacije je procjenjena (potvrđena ispitivanjima 1989. godine) na 850 l/s, što svakako zadovoljava potrebne količine vode za navodnjavanjem Novog Sela.



Slika 3. Akumulacija u starači rijeke Drine (kod šljunkare "Despotović")

Prilikom razrade koncepta ovog varijantnog rješenja, projektant je uvažio bitne postavke (kao i kod razmatranja varijantnog rješenja "A"), a koje su ujedno i usmjerenja prilikom projektovanja.

Najpre je provedena organizacija površina za navodnjavanje, a zatim kroz analizu potrebnih količina za navodnjavanje i lociranje objekta otvorenog vodozahvata iz akumulacije, sa pumpnom stanicom. Potom su provedeni hidraulički proračuni i dimenzionisanje sistema. Nakon toga izvršena je detaljna razrada idejnog rješenja, odnosno koncepta sistema za navodnjavanje kroz definisanje osnovnih tehničkih pokazatelja sistema. Organizacija Podistema „B“ i raspored bunara prikazani su na slici 4.

Ukupna bruto površina na području Novo Selo, koja će se navodnjavati, a koja je predmet ovog projekta, prema varijanti "B" (kao i prema varijanti "A"), iznosi Pbruto=693,30 ha.

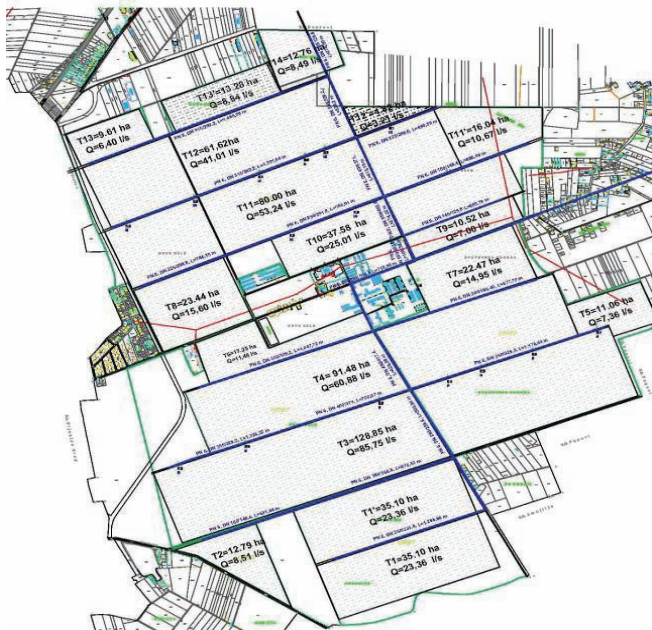
Na osnovu dobijenih neto površina, usvojene su norme i turnusi kao u prethodnoj varijanti „A“. Potreba za vodom za radno vrijeme od 24 časa, iznosi:

$$Q=0,030 \text{ m} \times 623,77 \times 104 \text{ m}^2 \times 1000 / (9 \times 86400) \text{ sec}=240,65 \text{ l/s}$$

I za gubitak u sistemu od 15% potrebna količina iznosi:

$Q_{p.uk}=240,65 \times 1,15 \times 24/16=415,12 \text{ l/s}$

U preglednoj tabeli dat je spisak tabli sa proračunatim potrebama za vodom, prema navedenom obrascu.



Slika 4. Organizacija Podistema i raspored bunara – Varijantno rješenje "B"

Hidraulički proračuni i dimenzionisanje sistema za navodnjavanje u potpunosti je izvršeno na isti način kao i za prethodno razmatranu varijantu „A“.

Uvažavajući navedene kriterijume za ulaznim pritiscima, zbog veoma dugačkog dovodnog cjevovoda do parcela (3 km) na samom izlazu iz pumpne stanice je bio potreban znatno veći pritisak (koji će anulirati gubitke na transportnom cjevovodu), a koji je u ovom slučaju limitiran na 5,7 bara, da bi smo se zadržali u klasi cjevovoda sa nazivnim pritiskom od PN 6 Bara. Uvažavajući navedeni projektni uslov (veća visina dizanja), birajući pumpne agregate koje zadovoljavaju obezbjeđenje potrebnog Q_p i H_p , ispostavilo se da se snaga pumnih agregata povećala za 60 kW u odnosu na varijantno rješenje "A", odnosno ukupna snaga pumnih agregata iznosi $N_p=300 \text{ kW}$.

2.3. OSNOVNI EKONOMSKI POKAZATELJI RAZMATRANIH VARIJANTNIH RJEŠENJA

Veoma je važno da se nakon izgradnje novog sistema za navodnjavanje postigne adekvatan stepen iskorišćenja izgrađenih kapaciteta, da se troškovi održavanja i pogona što više racionaliziraju, te da korisnik sistema za navodnjavanje i nakon izgradnje ima mogućnosti da servisira tekuće troškove, ali i da dalje ima na raspolaganju sredstva koja će koristiti za proširenje i modernizaciju nakon određenog perioda eksploatacije.

Da bi se dobili osnovni pokazatelji investicionih vrijednosti razmatranih varijantnih rješenja formirane su jedinične cijene za potencijalne radove, a zatim je urađen aproksimativni predmjer i predračun.

Da bi smo bili u mogućnosti da provedemo tehnno-ekonomske analize i vrednovanja razmatranih varijantnih rješenja, morali su se analizirati troškovi pogona i održavanja za kratkoročni period od 10 godina.

Na osnovu jediničnih cijena i tehničkih podataka varijantnih rješenja izvršen je aproksimativni predmjer i predračun za varijantno rješenja "A" i varijantno rješenje "B". Aproksimativni predmjer i predračun će dati generalne podatke o investicionim troškovima vezanih za samu rehabilitaciju i nadogradnju sistema.

Na osnovu zaključaka tehnno-ekonomske analize, prednost se daje varijantnom rješenju "A", koji podrazumjeva izgradnju 7 zasebnih Podistema sa bunarskim vodozahvatom iz podzemne izdani na području Novog Sela.

UKUPNO VARIJANTA "A" : 3.805.110,00 KM +
UKUPNI TROŠKOVI POGONA I ODRŽAVANJA
SISTEMA-VARIJANTA "A": 148.190,00 KM/god.

<

UKUPNO VARIJANTA "B" : 4.284.253,00 KM +
UKUPNI TROŠKOVI POGONA I ODRŽAVANJA
SISTEMA-VARIJANTA "B": 188.131,00 KM/god.

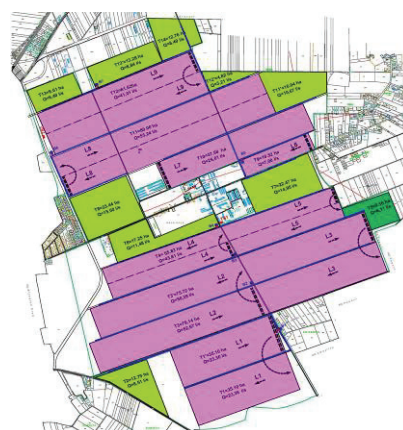
3. OPIS TEHNIČKOG RJEŠENJA SISTEMA NAVODNJAVANJA U NOVOM SELU

Na osnovu provedene tehnno-ekonomske analize razmatranih varijantnih rješenja, kao tehničko povoljnije, usvojeno je rješenje sa sedam nezavisnih Podistema.

3.1. ANALIZA OPREME ZA NAVODNJAVANJE

Da bi se "isporučile" proračunate količine vode do parcela, neophodno je sagledati sve tehničke pokazatelje koji uslovljavaju da oprema funkcioniše zadatim kapacitetima. Pri tom se koriste tehničke specifikacije pojedinih proizvođača opreme, ali i neki praktični pokazatelji, koji se baziraju na iskustvenim podacima. Prirodno je da se izvrši unifikacija opreme, radi lakšeg servisiranja i održavanja. U ovom rješenju predlaže se nabavka mašina za kišenje (lineara).

Na osnovu šeme rada lineara sa slike 5. moguće je izvršiti sistematizaciju i dati predlog sistema, odnosno mašina za navodnjavanje po pojedinim parcelama "Tablama".



Slika 5. Šema rada lineara na području Novog Sela - predlog

3.2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE SISTEMA ZA NAVODNJAVANJE, OPIS PROJEKTOVANIH PODSISTEMA

U cjelokupnom sistemu za navodnjavanje, ukupno je projektovano 24.188 metara polietilenskih (PE) distributivnih cjevovoda, nazivnog pritiska PN 6 Bara.

Na transportno-distributivnim cjevovodima predviđena je slijedeća hidromehanička oprema: hidranti za navodnjavanje (78 komada), muljni ispusti i sistem za pražnjenje cjevovoda sa upojnim bunarima (10 komada), vazdušni ventili (18 komada), sigurnosni ventili za zaštitu od hidrauličkog udara (7 komada) sa upojnim bunarom (7 komada) za evakuaciju viška vode iz sigurnosnog ventila i reviziono okno u kome je instalisana oprema, koja obezbjeđuje priključenje sistema za fertilizaciju (15 komada).

3.3. PODZEMNA STACIONARNA VODOVODNA MREŽA

Podzemna stacionarna mreža je projektovana tako, da se tokom izgradnje što više smanje troškovi izgradnje, odnosno da se cjevovodi najkraćim vezama dovedu do parcela za navodnjavanje, ali da se pri tome ne umanjuje funkcionalno rješenje. Pri tome se vodilo računa, da se za polaganje trasa cjevovoda što više koriste postojeće servisne saobraćajnice.

4. PRORAČUNI

U tački 4 su urađeni proračuni osnovnih parametara kod mašina za navodnjavanje, hidraulički proračuni za dimenzionisanje sistema za navodnjavanje.

Usvojena norma navodnjavanja iznosi 30 mm, za turnus navodnjavanja u trajanju od 9 dana.

Infiltracija u sistemu za navodnjavanje iznosi 1.0 mm/min do 4.0 mm/min. Zbog zaštite gornjeg sloja zemljišta od zabarivanja i erozije, zbog smanjivanja gubitaka vode na isparavanje i zbog opšte sigurnosti sistema za navodnjavanje, kao mjerodavna infiltracija, usvaja se infiltracija od 1.0 mm/min.

U našem slučaju radna **brzina mašina za navodnjavanje treba da bude :**

$$V_m = 2800 \text{ m} / 9 \times 16 \times 60 = 0,324 \text{ m/m}$$

Na osnovu optimalnih radnih brzina mašina za navodnjavanje možemo utvrditi **maksimalne dužine dionica**, koje može opsluživati jedna mašina za navodnjavanje (ranije utvrđenih karakteristika).

Ovo se odnosi na samohodne translatorne rotacione mašine za navodnjavanje "Lineari" (za efektivni rad u dvije smjene od 16 sati):

$$L_d = 0.33 \text{ m/min} \times 9 \times 16 \times 60 \text{ min} = 2851 \text{ m}$$

Nakon određivanja radnih karakteristika mašina za navodnjavanje treba odrediti potrebne količine vode, odnosno mjerodavne proticaje koje treba obezbjeđiti za svaku mašinu za navodnjavanje. Odredivši širinu vodne zavjese i intenzitet navodnjavanja, možemo dobiti i potreban proticaj po jedinici dužine mašine za navodnjavanje :

$$q_i = 10 \times 1/60 \times 1 = 0,167 \text{ l/sec}$$

Hidraulički proračuni i dimenzionisanje sistema za navodnjavanje izvršeno je u softverskom paketu "Epanet 2", koji vrši matematska modeliranja i simulacije rada sistema pod pritiskom.

5. ZAKLJUČAK

Analizom postojećeg stanja utvrđeni su nedostaci u dosadašnjem korišćenju tla, kao i njegov potencijal. U ovom projektnom zadatku predložena su dva varijantna rješenja. Razlikovali su se pre svega u pogledu vodosnadbjevanja, varijanta A zasnivala se na snadbjevanju vodom iz površinskih izvora a varijanta B na snadbjevanju sa starača rijeke Drine. Izvršenjem tehnokonomske analize došli smo do povoljnijeg rješenja, varijante A. Nakon usvojenog varijantnog rješenja uradili smo tehnički opis izabranog sistema. U samom tehničkom opisu izvršena je analiza opreme za navodnjavanje, osnovne karakteristike sistema i predstavljeni su svi elementi podzemne stacionarne mreže. Izvršeni su takodje hidraulički proračuni: proračun osnovnih parametara kod mašina za navodnjavanje
Hidraulički proračuni i dimenzionisanje sistema za navodnjavanje izvršeno je u softverskom paketu "Epanet 2", koji vrši matematska modeliranja i tabelarni proračun hidrauličkog udara na potisno-distributivnim cjevovodima. Zatim su predstavljene dokaznice mjera kao i predmjer i predračun radova.

6. LITERATURA

- [1] S. Kolaković, S. Trajković : Hidrotehničke melioracije, Novi Sad – Niš 2006
- [2] D. Avakumović: Hidrotehničke melioracije; Navodnjavanje, Beograd 1994
- [3] Prof. Dr. Dušan Uzelac: Hirdomašinska oprema, autorizovana predavanja

Kratka biografija:



Branislav Stevanović rođen je u Bijeljini 1983. god. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Građevinarstvo-Melioracije 2013. god. Trenutno zaposlen u »Zavod za vodoprivredu d.o.o.« u Bijeljini. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Građevinarstvo-Melioracije odbranio je 2014.god.

ANALIZA PRIMJENE DENIVELISANIH RASKRSNICA U PROCESU PLANIRANJA I PROJEKTOVANJA PUTEVA – PRIMJER PETLJE “MAHOVLJANI”

ANALYSIS OF APPLICATION OF GRADE-SEPARATED INTERSECTION IN THE ROAD PLANNING AND DESIGN PROCESS - EXAMPLE OF LOOP "MAHOVLJANI"

Nemanja Đaković, Nebojša Radović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su prikazane metodološke postavke za planiranje i projektovanje denivelisanih raskrsnica. Prikazana je funkcionalna klasifikacija denivelisanih raskrsnica vangradskih puteva. Detaljno su objašnjeni karakteristični tipovi denivelisanih raskrsnica na vangradskim putevima (trokrake, četvorokrake i kružne denivelisane raskrsnice). Razrađeno je idejno rješenje denivelisane raskrsnice “Mahovljani” koja predstavlja vezu magistralnog puta M-16 Gradiška – Klašnice sa autoputem E-661 Gradiška – Banja Luka.

Abstract – The paper presents the methodological basis for the planning and design of grade separated intersections. The functional classification of grade separated intersections is presented. The common types of grade separated intersections on the rural roads (three-way, four-way and roundabout grade separated intersections) are showed. The conceptual design of grade separated intersections, "Mahovljani" is elaborated, which is the connection of highway M-16 Gradiška - Klašnice with the highway E-661 Gradiška - Banja Luka.

Ključne riječi: Denivelisane raskrsnice, funkcionalna klasifikacija, karakteristični tipovi, Mahovljanska petlja.

1. UVOD

Denivelisane raskrsnice su čvorna mjesta na putnoj mreži koja omogućavaju promjene smjerova kretanja saobraćajnih tokova kontinualnim kretanjem uz prilagođavanje brzine i eventualno, minimalno zaustavljanje. Priključke i čvorove u više nivoa projektujemo na mjestima spajanja puteva istog ili sličnog ranga, ili sa prilično jednakom vrstom saobraćajnog opterećenja (npr. dva autoputa, autoput i brzi autoput, autoput i glavni put 1 reda koji je saobraćajno veoma opterećen). Osnove za projektovanje denivelisanih raskrsnica zasnivaju se na principu održanja režima kontinualnih tokova glavnog i sporednog pravca. To podrazumjeva nezavisno vođenje glavnog i sporednog pravca u različitim građevinskim nivoima, čime se obezbjeđuje prostorno razdvajanje konfliktnih struja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nebojša Radović, docent.

1.1 Saobraćajna bezbjednost

Kada je u pitanju bezbjednost vožnje, saobraćajne statistike pokazuju da se prostornim razdvajanjem konfliktnih saobraćajnih struja mogu u potpunosti ukloniti presječne tačke i time otkloniti glavni uzroci saobraćajnih nezgoda. Da bi denivelisana raskrsnica ispunila zahtjev bezbjednosti, ona mora biti:

- 1) blagovremeno uočena,
- 2) saglediva i shvatljiva,
- 3) pregledna,
- 4) prikladna za vožnju, odnosno prohodna za mjerodavna vozila u toku.

1.2 Saobraćajna propusnost

Pored povećanja bezbjednosti, drugi značajni činilac u eksploataciji jeste povećanje propusne moći, što se bez sumnje ostvaruje primjenom denivelisanih raskrsnica, koje su višestruko većeg kapaciteta od površinskih raskrsnica. Primjenom denivelisanih raskrsnica postižu se i značajni efekti u pogledu smanjenja zagađenja okoline. Stoga se primjena tih raskrsnica može opravdati samo na onim putnim pravcima, gdje je ukupni PGDS veći od **12000 vozila/dan**, i to ako je PGDS sporednog putnog pravca veći od **3000 vozila/dan**.

2. FUNKCIONALNA KLASIFIKACIJA

Projektna rješenja denivelisanih raskrsnica zavise od njihove uloge u putnoj mreži i sistema eksploatacije (slobodni ili komercijalni). Najviši funkcionalni nivo imaju one raskrsnice koje razrješavaju odnose puteva sa neprekinutim režimom saobraćajnih tokova. Denivelisane raskrsnice na putnoj mreži mogu se podijeliti na četiri funkcionalna nivoa „A“, „B“, „C“, „D“, zavisno od kategorije ukrasnih pravaca i mjerodavnog saobraćajnog opterećenja.

	Далјински пут (АП)	Далјински пут (ВП,П)	Везни пут	Сабирни пут	Приступни пут
Далјински пут (АП)	A	B	C	D	D
Далјински пут (ВП,П)	B	C*			
Везни пут	C			ПОВРШИНСКЕ РАСКРСНИЦЕ	
Сабирни пут	D				
Приступни пут	D			АП – аутопут ВП – вишеулични пут П – двострани пут	

* - зависно од оптерећења главног и споредног правца

Slika 1. – Funkcionalni nivoi denivelisanih raskrsnica
Funkcionalni nivo „A“ vezuje se za ukrštaje (priključke) daljinskih autoputeva približno jednakih eksploatacionih

karakteristika. Taj funkcionalni nivo obezbjeđuje potpunu kontrolu pristupa na glavnom i sporednom pravcu i zahtjeva pun program denivelacije i prostornog kanalisanja sa komfornim geometrijskim elementima.

Funkcionalni nivo „B“ vezuje se za ukrštaje (priključke) daljinskih autoputeva i daljinskih autoputeva (višetračni, dvotračni) koje karakteriše sličan saobraćajni režim, a različito saobraćajno opterećenje. Taj funkcionalni nivo obezbjeđuje potpunu kontrolu pristupa na glavnom i sporednom pravcu i sadrži pun program prostornog razdvajanja.

Funkcionalni nivo „C“ vezuje se za ukrštaje (priključke) daljinskih autoputeva i veznih puteva, odnosno daljinske puteve (višetračni, dvotračni) koje karakteriše različit saobraćajni režim i znatne razlike u saobraćajnom opterećenju. Rješenje ovih denivelisanih raskrsnica je kombinovano. Denivelacijom se obezbjeđuje potpuna kontrola pristupa, kontinualna protočnost i planirani nivo usluge glavnog pravca (GP), dok se sporedni pravac (SP) opterećuje površinskim raskrscinama.

Funkcionalni nivo „D“ podrazumjeva samo prostorno razdvajanje ukrasnih pravaca, a ne i izgradnju priključnih veza. To rješenje je karakteristično za odnos daljinskih autoputeva sa sabirnim i pristupnim putevima, odnosno lokalnom putnom mrežom. Sporedni i glavni pravac se povezuje indirektno kroz putnu mrežu.

3. EKSPLOATACIONA KLASIFIKACIJA

Zavisno od definisanog sistema eksploatacije glavnog i sporednog pravca razlikuju se dva osnovna tipa:

- 1) denivelisane raskrsnice za komercijalnu eksploataciju,
- 2) denivelisane raskrsnice za slobodnu eksploataciju.

Denivelisane raskrsnice za komercijalnu eksploataciju vezuje se za zatvoreni ili kombinovani sistem naplate putarine klasičnog tipa. Osnovni uslov za izgradnju tih raskrsnica jeste da se na jednom naplatnom mjestu obuhvate svi učesnici u saobraćaju.

Denivelisane raskrsnice za slobodnu eksploataciju primjenjuju se na onim dijelovima putne mreže gdje se ne naplaćuje putarina, ili u tzv. otvorenom sistemu naplate putarine, gdje se putarina naplaćuje samo za tranzitni saobraćaj.

4. PRINCIPI KOMPONOVANJA DENIVELISANIH RASKRSNICA

Svaka denivelisana raskrsnica sadrži tri osnovne grupe funkcionalnih elemenata iz kojih se komponuje prostorno rješenje:

- 1) **ukrasi pravci** (glavni pravac – sporedni pravac)
- 2) **izlivi i ulivi**
- 3) **spojne rampe**

Ukrasi pravci

Situacioni i nivelacioni tok ukrasnih pravaca u široj zoni denivelisane raskrsnice zavisi od realnih topografskih uslova, prirodnih i stvorenih ograničenja i potreba denivelacije.

Ulivi i izlivi

Na određenim mjestima denivelisane raskrsnice, pod uslovima koje dikiraju putni elementi i gustina saobraćaja, vrši se izlivanje i ulivanje saobraćajnih struja. Saobraćajne struje na denivelisanim raskrscinama ulivaju

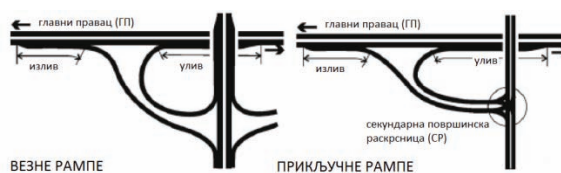
se i izlivaju prema strogo utvrđenim pravilima. Moraju se poštovati sledeći principi:

- 1) izlive i ulive treba projektovati isključivo **sa desne strane glavnog putnog pravca**,
- 2) za svaki putni smjer treba organizovati samo po **jedan izliv i jedan uliv**,
- 3) ispravan poredak je **prvo izliv, pa onda uliv**.

Rampe

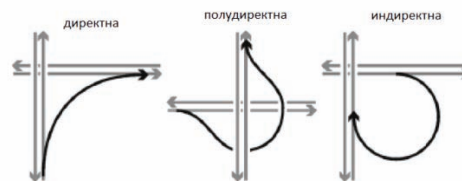
Za povezivanje ukrasnih pravaca koriste se rampe, odnosno samostalni putevi za vođenje saobraćajnih struja koje na raskrsnici mjenjaju putni pravac. Po funkciji, razlikuju se dvije vrste:

- vezne rampe koje opslužuju samo jednu saobraćajnu struju između izliva i uliva,
- priključne rampe koje preko sekundarne površinske raskrsnice opslužuju dvije saobraćajne struje.



Slika 2. – Šematski prikaz vezne i priključne rampe

Po obliku, rampe se razvrstavaju u tri osnovna tipa: **direktne, poludirektne i indirektnе**.



Slika 3. – Vrste spojnih rampe

Direktnе rampe se razvijaju u okviru skretnog ugla $\gamma \sim 90^\circ$. Njima se ostvaruje najjednostavnije veze i služe za desna skretanja. Kapacitet jednostrane direktne rampe je **1300 – 1600** vozila na čas.

Poludirektnе rampe formiraju se pomoću složenih krivinskih oblika koji se razvijaju u okviru skretnog ugla $\gamma \geq 120^\circ$. Primjenjuju se za komfornije vođenje značajnih lijevih skretanja na raskrscinama višeg funkcionalnog nivoa. Kapacitet jednostrane poludirektnе rampe je **1100 – 1400** vozila na čas.

Indirektnе rampe se razvijaju u okviru skretnog ugla $\gamma \geq 270^\circ$, zbog čega imaju spiralni oblik koji izaziva povratnu vožnju i ograničenu brzinu. Taj tip rampe je standardno rješenje vođenje lijevih skretanja. Kapacitet jednostrane indirektnе rampe je **800 – 1000** vozila na čas.

5. TIPOVI DENIVELISANIH RASKRSNICA

Na denivelisanim raskrscinama rješavaju se problemi prostornog razdvajanja i kanalisanja konfliktnih saobraćajnih struja. Na vangradskoj putnoj mreži denivelisane raskrsnice se dijele na:

- 1) trokake denivelisane raskrsnice (priključci),
- 2) četvorokake denivelisane raskrsnice (ukrštaji).

U trokake denivelisane raskrsnice (priključke) spadaju: priključak oblika "TRUBA", priključak oblika

„KRUŠKA”, priključak oblika „TROUGAO” i priključak oblika „RAČVA”.

U četvorokrake denivelisane raskrsnice (ukrštaj) spadaju: ukrštaj oblika „ROMB”, ukrštaj oblika „POLA DJETELINE”, ukrštaj oblika „KRUŽNI PODIONIK”, ukrštaj oblika „DJETELINA”, ukrštaj oblika „MODIFIKOVANA DJETELINA” i ukrštaj oblika „MALTEŠKI KRST”.

6. ANALIZA PRIMJENE RAZLIČITIH KONCEPCIJA DENIVELISANIH RASKRSNICA

U toku planiranja i projektovanja saobraćajnica često se postavlja pitanje koji tip raskrsnice se treba primjeniti. Potencijalna rješenja neophodno je primjenom višekriterijumske analize, bazirane na osnovnim kriterijumima za izbor tipa raskrsnice, uporediti i procijeniti njihovu primjenljivost. Osnovni kriterijumi koji se uzimaju u obzir pri izboru tipa raskrsnice su:

- 1) kriterijum saobraćajne bezbjednosti,
- 2) kriterijum protoka saobraćaja,
- 3) kriterijum prostornog uklapanja i
- 4) kriterijum ekonomičnosti.

Denivelisane raskrsnice su mjesta u saobraćajnom sistemu gdje su problemi saobraćajne sigurnosti i protoka saobraćaja naglašeni. Vozači moraju na ovoj raskrsnici da obrate pažnju na više faktora nego na slobodnim dionicama. Istovremeno preduzimaju radnje prestrojavanja, smanjenja brzine, kočenja pri skretanju, kočenja zbog propuštanja ukrštajućeg saobraćaja ako je veza spojne rampa i sporednog pravca ostvarena pomoću površinske raskrsnice. Stoga izboru tipa denivelisane raskrsnice treba prethoditi detaljna analiza i poređenje mogućih alternativa.

6.1. Višekriterijumska analiza

Višekriterijumska analiza nam pomaže oko izbora što relevantnijeg rješenja denivelisanog priključka. U ovom radu je prikazana višekriterijumska analiza u tabelarnom obliku sprovedena na osnovu 4 glavna kriterijuma (saobraćajna bezbjednost, protok saobraćaja, prostorno uklapanje i ekonomičnost), za denivelisanu raskrsnicu tipa „TROUGAO” i za denivelisanu raskrsnicu tipa „MODIFIKOVANA TRUBA”.



Slika 4. – Denivelisana raskrsnica tipa „TROUGAO” i tipa „MODIFIKOVANA TRUBA”

Glavni kriterijumi	Максималан број бодова по критеријуму	Denivelisana raskrsnica tipa „TROUGAO”	Број бодова	Denivelisana raskrsnica tipa „MODIFIKOVANA TRUBA”	Број бодова
Саобраћајна безбједност	30	70 %	21	30 %	9
Проток саобраћаја	30	60 %	18	40 %	12
Просторно уклапање	20	40 %	8	60 %	12
Економичност	20	40 %	8	60 %	12
Укупно вриједновање	Σ = 100		Σ = 55		Σ = 45

Slika 5. – Višekriterijumska analiza

Na osnovu sprovedene višekriterijumske analize dolazimo do zaključka da je denivelisana raskrsnica tipa

„TROUGAO” povoljnije rješenje u odnosu na denivelisanu raskrsnicu tipa „MODIFIKOVANA TRUBA”. Denivelisana raskrsnica tipa „TROUGAO” prema kriterijumima ekonomičnosti i prostornog uklapanja malo zahtjevnija u odnosu na drugo varijantno rješenje denivelisanog priključka. Prema kriterijumima saobraćajne bezbjednosti i protoka saobraćaja denivelisana raskrsnica tipa „TROUGAO” ima prednost u odnosu na denivelisanu raskrsnicu tipa „MODIFIKOVANA TRUBA”, a ova dva kriterijuma su važna ne samo kod projektovanja denivelisanih raskrsnica, već i kod projektovanja puteva uopšte, a to i pokazuje način bodovanja svakog od kriterijuma u ovoj višekriterijumskoj analizi.

7. PREDMETNI ZADATAK

Projektnim zadatkom je obuhvaćeno idejno rješenje denivelisane raskrsnice tipa „TROUGAO”. Naime, regulacionim planom za prostor koridora magistralnog puta Banjaluka – Gradiška na području Opštine Laktaši, je predviđeno denivelisana raskrsnica tipa „TROUGAO”, spoj autoputa Banjaluka - Gradiška sa magistralnim putem M-16, ali promjenom veze tog autoputa, nakon što je u Prostornom planu Republike Srpske predviđeno da put Banjaluka – Doboj dobije status autoputa, a ne tzv. brzog puta, kako je ranije bilo planirano, neophodna je bila potreba za čvorištem većeg funkcionalnog nivoa.

8. ANALIZA SAOBRAĆAJA

Regulacionim planom za prostor koridora magistralnog puta Banjaluka – Gradiška na području Opštine Laktaši, je predviđena denivelisana raskrsnica tipa „TROUGAO”, spoj autoputa Banjaluka - Gradiška sa magistralnim putem M-16. Na osnovu brojanja saobraćaja na putevima Republike Srpske iz 2010. godine došli smo do prosječnog godišnjeg dnevnog saobraćaja (PGDS-a) na datoj dionici. Naime, na magistralnom putu M-16 Gradiška – Klačnice PGDS je iznosio oko **14500 vozila/danu** (oba smjera), a na magistralnom putu M-16.1 Klačnice - Prnjavor PGDS je bio oko **7200 vozila/danu** (oba smjera). Iako PGDS je značajno velik na magistralnom putu M-16, opravdanost u izgradnji petlje nalazimo u tome što značajan dio PGDS-a predstavljaju teretna vozila koja učestvuju sa oko 21% od ukupnog PGDS-a na toj dionici, a na magistralnom putu M-16.1 teretna vozila učestvuju sa oko 24% od ukupnog PGDS-a na datoj dionici.

Табела 12.1. – Саобраћајна структура на магистралном путу М-16 Градишка – Кlačнице [17].

Врста возила	ПА	БУС	ЛТВ	ТТВ 3	ТТВ+ППР и ТТВ+ПР
Учешће у ПГДС-у [%]	79,82	1,70	11,36	1,91	5,21
Σ = 20,18 %					

Табела 12.2. – Саобраћајна структура на магистралном путу М-16.1 Кlačнице – Прњавор [17].

Врста возила	ПА	БУС	ЛТВ	ТТВ 3	ТТВ+ППР и ТТВ+ПР
Учешће у ПГДС-у [%]	76,69	1,73	12,57	3,43	5,58
Σ = 23,31 %					

ПА – путнички аутомобил
 БУС – аутобус
 ЛТВ – лако теретно возило (2 осовине)
 ТТВ – тешко теретно возило (3 осовине)
 ТТВ+ППР – тешко теретно возило са полуприколицом (3+2 осовине)
 ТТВ+ПР – тешко теретно возило са приколицом (3+3 осовине)

Slika 6. – Структура saobraćaja

9. PRIKAZ PROJEKTNO – TEHNIČKIH ELEMENATA DENIVELISANE RASKRSNICE

Za dati PGDS zaključujemo da je riječ o putu **prvog (I) razreda**. Teren buduće saobraćajnice je ravničarski sa tendencijom prelaza u brežuljkasti. Visinske kote terena se kreću u rasponu od oko 120 m.n.m. do oko 145 m.n.m. Elementi sadržani u normalnom poprečnom profilu autoputa su:

- Četiri saobraćajne trake 3.75m (svaki od kolovoza ima dvije saobraćajne trake),
- Dvije ivične trake uz razdelni pojas 0.50m (svaki od kolovoza ima jednu ivičnu traku),
- Dvije ivične trake uz zaustavne trake 0.20m (svaki od kolovoza ima jednu ivičnu traku),
- Dvije zaustavne trake 2.50m (svaki od kolovoza ima jednu zaustavnu traku),
- Dvije bankine 1.50m (svaki od kolovoza ima jednu bankinu),
- Razdjelni pojas 4.00 – 25.00m između kolovoza.

Petlja je postavljena u 3 nivoa, i to sa autoputem Gradiška – Banjaluka u prvom nivou, zatim krak od Doboja prema Banjaluci u drugom nivou te krak od Gradiške prema Doboju kao treći odnosno najviši nivo (maksimalna kota je 139.0m, na osovini 138.74m). Ukupna dužina petlje po autoputu iznosi 1.578 metara, dužina kraka jedan 1.800 metara, kraka dva 1.358 metara, dok su rampe dužine 1.650 i 940 metara. Na petlji su dva velika vijadukta dužine 580 i 405,75 metara, te šest manjih mostova dužine od 22 do 52 metra.

9.1. Kolovozna konstrukcija autoputa E-661

Dimenzionisanje kolovozne konstrukcije izvršeno je prema SRPS.U.C4.012 standardu. Za ukupno saobraćajno opterećenje od 82kN u 20-o godišnjem eksploatacionom periodu, na osnovu brojanja saobraćaja, izračunato je da ono iznosi 8×10^6 ESO po saobraćajnoj traci. Kalifornijski indeks nosivosti (CBR) posteljice iznosi 5%. Donji noseći sloj će se graditi od nevezanog drobljenog kamenog materijala, a očekivani CBR je 45%.

$S_T^{zaht.} = 12,50$ a $S_T^{ostv.} = 12,50$. U kolovoznoj konstrukciji je realizovan sledeći uslov: $S_T^{ostv.} \geq S_T^{zaht.}$.

d=5.00cm	полимер асфалт бетон ПМБ 60
d=12.00cm	битуминизирани носећи слој БНС 22сА
d=20.00cm	цементна стабилизација
d=15.00cm	дробљени камени агрегат ДНС 0/31mm
d=25.00cm	побољшање постелјице (дробљени камени агрегат 0/63mm)

Slika 7. – Kolovozna konstrukcija autoputa E-661

9.2. Kolovozna konstrukcija na rampama

Za ukupno saobraćajno opterećenje od 82KN u 20-o godišnjem eksploatacionom periodu, na osnovu brojanja saobraćaja, izračunato je da ono iznosi 4.5×10^6 ESO po saobraćajnoj traci. Kalifornijski indeks nosivosti (CBR) posteljice iznosi 5%. Donji noseći sloj će se graditi od

nevezanog drobljenog kamenog materijala, a očekivani CBR je 35%.

$S_T^{zaht.} = 10,73$ a $S_T^{ostv.} = 11,49$. U kolovoznoj konstrukciji je realizovan sledeći uslov: $S_T^{ostv.} \geq S_T^{zaht.}$.

d=5.00cm	полимер асфалт бетон ПМБ 60
d=12.00cm	битуминизирани носећи слој БНС 22сА
d=20.00cm	дробљени камени агрегат ДНС 0/31mm
d=25.00cm	побољшање постелјице (дробљени камени агрегат 0/63mm)

Slika 8. – Kolovozna konstrukcija na rampama

10. ZAKLJUČAK

Denivelisana raskrsnica “Mahovljani” predstavlja vezu magistralnog puta M-16 Gradiška – Klašnice sa autoputem E-661 Gradiška – Banja Luka. Mahovljanska petlja je projektovana kao denivelisana raskrsnica tipa “TROUGAO” i predstavljaće vezu između dva autoputa Gradiška – Banja Luka i Banja Luka – Doboj kada bude završen autoput Banja Luka – Doboj. Petlja je postavljena u tri nivoa - sa autoputem Gradiška – Banjaluka u prvom nivou, zatim krak od Doboja prema Banjaluci u drugom nivou, te krak od Gradiške prema Doboju kao treći, odnosno najviši nivo. Do izgradnje autoputa Banjaluka – Doboj urađen je privremeni spoj na postojeći magistralni put M-16 Gradiška – Klašnice u vidu trokake raskrsnice u nivou. Nakon izgradnje autoputa prema Doboju veza sa magistralnim putem u nivou će biti ukinuta. Važan uticaj pri izboru tipa, lokacije i geometrije petlje imao je aerodrom „Banjaluka“ koji je lociran oko 1000m sjeverno od petlje. Izgradnjom ove denivelisane raskrsnice rješio bi se veliki problem opštine Laktaši, jer se ovim izmješta teški teretni saobraćaj iz samog jezgra grada i smanjile bi se saobraćajne gužve koje su svakodnevnica.

11. LITERATURA

- [1] Smjernice za projektovanje, građenje, održavanje i nadzor na putevima: „Funkcionalni elementi i površine puta“, knjiga 1, Sarajevo/Banja Luka, 2005.
- [2] Službeni glasnik Republike Srbije: „Denivelisane raskrsnice vangradskih puteva“, prilog 4, jul 2011.
- [3] Jovan Katanić, Vojo Anđus, Mihailo Maletin: „Projektovanje puteva“, Beograd, 1983.

Kratka biografija:



Nemanja Đaković rođen je 23.01.1989. godine u Slavskom Brodu, Republika Hrvatska. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, iz oblasti Građevinarstva, odbranio je 2014. godine.



Nebojša Radović rođen je 1962. godine u Beogradu, Republika Srbija. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu 2006. godine, a od 2010. godine je docent na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Oblast interesovanja su putevi i saobraćajnice.

ANALIZA POSTUPAKA I OPREME ZA OCENU STANJA KOLOVOZA – PRIMER REHABILITACIJE REGIONALNOG PUTA R-101, DEONICA UB- SLOVAC**ANALYSIS OF PROCEDURES AND EQUIPMENT FOR EVALUATION OF PAVEMENT CONDITION - EXAMPLE OF REHABILITATION OF ROAD R-101, SECTION UB – SLOVAC**Nikola Logarušić, Nebojša Radović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su prikazani postupci i oprema za ocenu stanja kolovoza. Opisane su metode za ocenu stanja kolovoza, kao i oprema koja se koristi u tim postupcima. Utvrđivanje stanja kolovoza se radi u geološkim i asfaltnim laboratorijama i terenskim istraživanjima i merenjima. Urađen je projekat rehabilitacije kolovozne konstrukcije regionalnog puta R-101 na deonici Ub-Slovac. Urađeno je dimenzionisanje pojačanja kolovozne konstrukcije po homogenim deonicama i definisano je konačno rešenje sanacije i pojačanja predmetne deonice.

Abstract – This paper presents the procedures and equipment for assessing of pavement conditions. The methods for assessing of pavement conditions are described, as well as the equipment used in these procedures. Determination of pavement condition is done on the basis of geological and asphalt laboratory testing and field investigations and measurements. The Rehabilitation project of regional road R-101, section Ub-Slovac is elaborated. The dimensioning of reinforcement pavement has been done by homogeneous sections and defines the final solution for road rehabilitation and pavement reinforcement of the section.

Ključne reči: Postupci, oprema, ocena stanja kolovoza, rehabilitacija, kolovozna konstrukcija

1. UVOD

Podaci o stanju kolovoza su veoma bitna komponenta sistema za upravljanje kolovozima. Kako je na putnoj mreži Srbije više od 50% puteva u lošem stanju, realno je očekivati da će u budućem periodu glavna građevinska aktivnost u okviru putne mreže biti rehabilitacija kolovoza.

Stvaranje i održavanje efektivnog programa za prikupljanje podataka o stanju kolovoza podrazumeva, određivanje načina na koji će se prikupljeni podaci vrednovati i rangirati, utvrđivanje standarda kvaliteta i kriterijuma prihvatljivosti, sprovođenje kontrole kvaliteta, pravovremeno i prihvatljivo izvođenje radova rehabilitacije.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nebojša Radović, docent.

U radu su opisane metode ispitivanja kolovoza, kao i oprema koja se koristi pri ovim metodama za prikupljanje podataka o kolovozu.

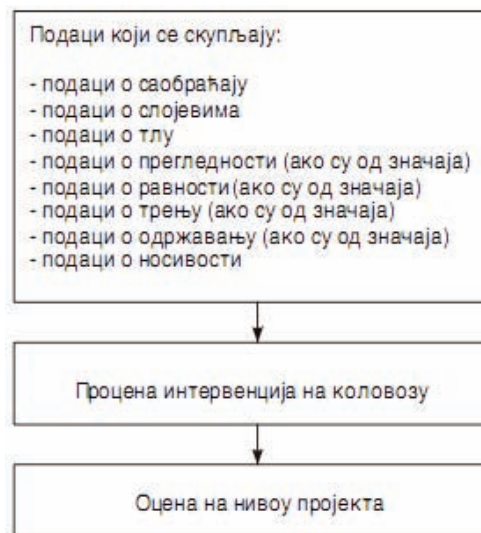
Ovo je bitno jer kolovozni zastor mora da obezbedi komfor, sigurnost i da poseduje dovoljni strukturni kapacitet da izdrži kombinovane efekte saobraćaja i klimatskih uticaja okoline.

U radu je takođe prikazano rešenje rehabilitacije kolovozne konstrukcije regionalnog puta R-101, deonica Ub-Slovac.

2. OCENA STANJA KOLOVOZA

Da bi se ocenilo stanje kolovoza, neophodno je imati podatke o kolovozu, koji su nam potrebni za uspostavljanje sistema za upravljanje kolovozom.

Ocena stanja puteva se može raditi na nivou putne mreže i na nivou pojedinačnog projekta.



Slika 1: Podaci za nivo mreže

Ocena stanja puteva na nivou mreže se koristi za definisanje godišnjih potreba i budžeta za održavanje, formiranje strategije održavanja i izbor prioritarnih deonica. Za potrebe ocene na nivou projekta za predmetnu deonicu vrše se ista merenja kao i za nivo mreže samo detaljnije. Ocena stanja puta na nivou projekta se koristi za određivanje uzroka nastanka oštećenja, održavanje i projektovanje novih kolovoznih konstrukcija.



Slika 2: Podaci za nivo projekta

3. POSTUPCI ZA OCENU STANJA KOLOVOZA

Postupci za ocenu stanja kolovoza se dele na laboratorijska ispitivanja i merenja i snimanja na terenu.

Laboratorijska ispitivanja se dele na ispitivanja u geomehničkoj i ispitivanja u asfaltnoj laboratoriji.

3.1. LABORATORIJSKA ISPITIVANJA U GEOMEHANIČKOJ LABORATORIJI

U geomehničkoj laboratoriji se vrše sledeća ispitivanja:

- klasifikacija tla
- određivanje granulometrijskog sastava
- određivanje vlažnosti tla
- određivanje zapreminske mase
- određivanje optimalne vlažnosti
- određivanje Kalifornijskog indeksa nosivosti (CBR)

3.2. TERENSKA SNIMANJA I MERENJA

Za ocenu stanja kolovoza, ključne karakteristike kolovoza koje se snimaju i mere su:

- ravnost površine kolovoza
- tekstura kolovoza
- otpor klizanju
- mehanička i strukturna svojstva
- površinska oštećenja

4. TEHNIKE I OPREMA ZA PRIKUPLJANJE PODATAKA

Oprema za prikupljanje podataka za ocenu stanja kolovoza treba da osigura pouzdanu, efikasnu i bezbednu ocenu stanja kolovoza. Oprema se može podeliti u 5 klasa, prema tipu karakteristika kolovoza koje se ocenjuju:

- oprema za merenje lokacije
- oprema za merenje geometrije
- oprema za ocenu udobnosti
- oprema za ocenu sigurnosti vožnje
- oprema za ocenu strukturnog kapaciteta

Najbolji pristup za prikupljanje podataka o kolovozu je da se pri prolasku vozila za snimanje kolovoza prikupi što više podataka, jer to smanjuje troškove i osigurava ujednačeno prikupljanje podataka.

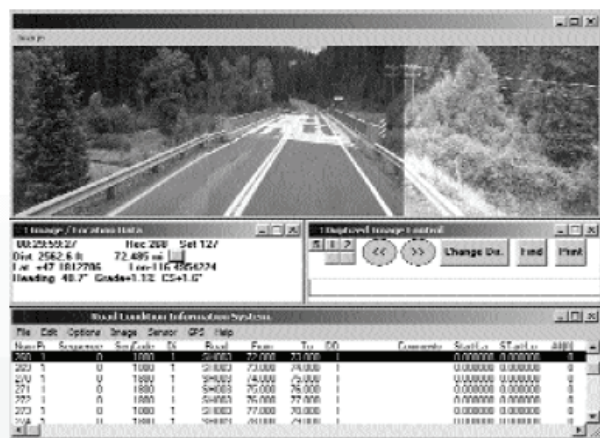
Za ova merenja se koriste dva pristupa:

- Prenosni sistemi: sistemi se mogu instalirati na svakom vozilu i dizajnirani su tako da budu modularni i prenosivi. Primeri ovakvih sistema su: ROMDAS, Vizi-Road i ARRB Hawkeye sistemi.
- Specijalna vozila: vozila sa trajno instaliranom opremom. Primeri ovih vozila su: ARAN, Greenwood, HARRIS i WDM vozila.

4.1. REFERENCIRANJE LOKACIJE

Referenciranje lokacije se postiže korišćenjem digitalnih instrumenata za merenje udealjenosti (DMI) za linearno referenciranje i GPS prijemnici za prostorno referenciranje.

Analiziranje video snimka i obeležavanje prema sadržaju snimka je uključeno u referenciranje lokacije i uobičajeno se koristi za određivanje položaja određenih objekata na putu.



Slika 3: Softver za obradu video snimaka

4.2. GEOMETRIJA PUTA

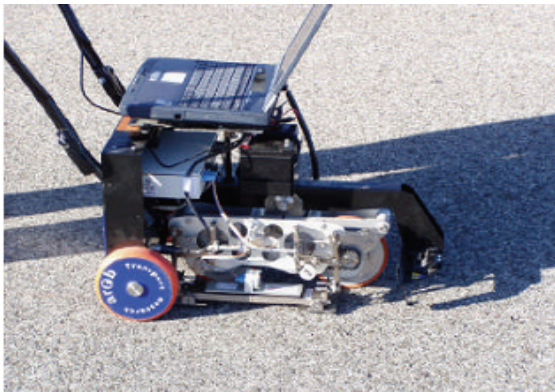
Geometrija puta se sastoji od vertikalne i horizontalne geometrije puta. Kombinacija podataka o geometriji puta (prevashodno podužni i poprečni nagib puta) sa podacima o dubini kolotruga, može biti veoma značajna za upravljanje bezbednošću i smanjenje saobraćajnih nezgoda, jer može da identifikuje mesta potencijalne pojave akvaplaninga.

Najprecizniji način merenja kompletne geometrije puta (uključujući i poprečni nagib puta) je kroz precizne INERTIAL navigacione jedinice sa integrisanim GPS jedinicama (Applanix POS LV ili ARRB TR Gipsi-Trac).

4.3. (NE)RAVNOST PUTA

Uređaji za merenje (ne)ravnosti se klasifikuju na osnovu ASTM E 950-94 standarda u četiri grupe na osnovu njihove preciznosti i metodologije koja se koristi za određivanje IRI.

Uređaji klase I unose precizne profile, uređaji klase II razmatraju druge metode profiliranja, uređaji klase III koriste IRI procene iz korelacionih jednačina dok uređaji klase IV razmatraju subjektivne ocene i nekalibrisane uređaje.



Slika 4: ARRB šetajući profiler

4.4. MAKROTEKSTURA

Uređaji za merenje teksture kolovoza se dele u dve grupe, dinamičke i statičke.

Dinamička merenja koriste lasersku tehnologiju, sličnu onoj koja se koristi za procenu (ne)ravnosti uz pomoć uređaja klase I. Često oprema koja se koristi za merenje (ne)ravnosti može se koristiti za merenje teksture i montirana je na prikolicu.



Slika 5: WDM TM2 merač teksture

Metoda koja se najčešće koristi za statičko merenje teksture je metoda peskarenja ili volumetrijska metoda. Ovaj jednostavan test je približna procena površine makroteksture, indirektno ocenjene preko srednje visine teksture.

4.5. OTPOR KLIZANJU

Merenje otpornosti na klizanje može se vršiti statičkim i dinamičkim uređajima.

Dinamičko merenje otpornosti na klizanje se vrši metodom blokiranog/delimično blokiranog točka ili metodom zakošenog točka.

Najpoznatiji uređaj za merenje otpornosti na klizanje je Britansko klatno za testiranje. Ovaj uređaj je prenosiv i jednostavan za upotrebu. Sastoji se od mase obložene gumom koja visi na klatnu.

4.6. STRUKTURNO MEHANIČKE OSOBINE KOLOVOZA

Za ispitivanje strukturno mehaničkih osobina kolovoza se koriste metode koje variraju od deflektometra sa padajućim teretom (FDW) do greda za merenje defleksija. Bez obzira koja se metoda koristi, strukturno mehaničke osobine kolovoza se mere indirektno kroz merenje defleksije (ugiba pod opterećenjem) kolovoza.

Metode koje se koriste su:

- Deflektometar sa padajućim teretom
- Grede za merenje defleksija
- Radar za ispitivanje tla
- Dinamički konusni penetrometar
- Clegg čekić
- Snimanje površinskih oštećenja
- Dubina kolotruga

5. PROJEKTNO REŠENJE KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE

Za procenu stanja kolovoza na osnovu definisanog programa ispitivanja izvršena su laboratorijska ispitivanja i istražni radovi. Izvršena su terenska i laboratorijska ispitivanja neophodna za ocenu stanja kolovozne konstrukcije, kao i za utvrđivanje potrebnih mera za sanaciju i pojačanje, odnosno rekonstrukciju kolovozne konstrukcije.

Za potrebe projekta izvršena su sledeća ispitivanja:

- vizuelni pregled trase radi registrovanja oštećenje površine kolovoza i ocene stanja sistema za odvodnjavanje kolovoza
- iskop istražnih bušotina radi utvrđivanja strukture tla i uzimanja poremećenih i ne poremećenih uzoraka tla
- vađenje kernova iz postojećeg kolovoza radi utvrđivanja strukture asfaltnih slojeva
- merenje defleksija BENKELMANOVOM gredom
- laboratorijska obrada uzetih uzoraka

Saobraćajno opterećenje i njegova raspodela po trakama određena je na osnovu podataka dobijenih od JP "Putevi Srbije". Vizuelno snimanje oštećenja obavljeno je u maju 2011. Klasifikacija oštećenja je izvršena u skladu sa modelom HDM 4, s tim što su pukotine klasifikovane detaljnije, u skladu sa potrebama koje su postavljene na nivou projekta. Na slici 6 prikazana su karakteristična oštećenja u vidu kolotruga, odnošenja zrna agregata i degradacije kolovoza.



Slika 6. Snimak oštećenja površine kolovoza (km 31+934)

Na osnovu geomehaničkih karakteristika materijala posteljice (CBR=5%) i veličine saobraćajnog opterećenja (ESO=2.12*10⁶) određene su potrebne dimenzije slojeva pojačanja kolovozne konstrukcije.

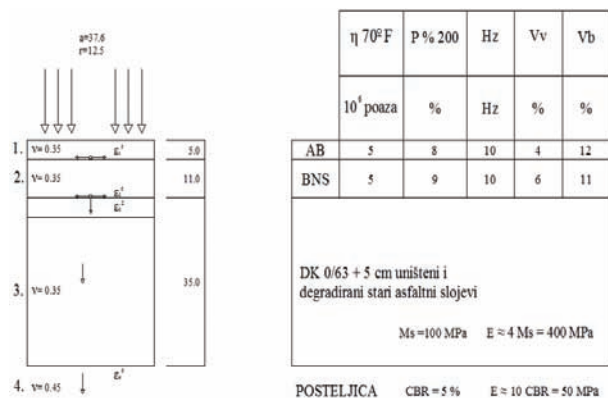
Na najoštećenijoj deonici maksimalna debljina pojačanja iznosi 14.2 cm. Ovo rešenje je dobijeno po kriterijumu postojeće nosivosti kolovozne konstrukcije. Usvojeno rešenje pojačanja kolovozne konstrukcije je:

AB 11 5 cm
BNS 32A 11 cm

Pre nego što se pristupi radovima pojačanja kolovozne konstrukcije ili obnove zastora potrebno je ukloniti uzroke nastanka oštećenja. Potrebno je obratiti pažnju na sledeće radove: obezbeđenje pravilnog odvođenja površinske vode sa kolovoza izvršiti popravke kolovozne konstrukcije na jako oštećenim površinama.

Za proračun napona i deformacija korišćena je metoda i računarski program "DAMA" Asfaltnog instituta SAD. Uz pomoć ovog programa izvršen je proračun napona i deformacija u pojedinim slojevima kolovozne konstrukcije, izazvanih opterećenjem od standardnog vozila prema metodi Burmister-a za sračunavanje višeslojnog elastičnog sistema.

Usvojeni matematički model kolovozne konstrukcije dat je na slici 7.



Slika 7: Model kolovozne konstrukcije

Na osnovu sračunatih deformacija izvršena je provera na zamor u kritičnim tačkama: u donjoj zoni asfaltnih slojeva se proverava otpornost na zamor usled napona zatezanja koji prouzrokuju pojavu pukotina po kriterijumu SHELL-ove laboratorije i po kriterijumu Asfaltnog instituta SAD i provera uticaja napona pritiska na pojavu trajnih deformacija nevezanih slojeva i posteljice. Na osnovu svih provera po navedenim kriterijumima, rezultati se nalaze u dozvoljenim granicama.

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu laboratorijskih ispitivanja i terenskih snimanja i merenja dobijeni su podaci potrebni za ocenu stanja kolovoza.

Debljine pojačanja kolovozne konstrukcije su određene na osnovu geomehaničkih karakteristika i nosivosti tla posteljice za planirano saobraćajno opterećenje i na osnovu defleksija.

Na deonici regionalnog puta R-101 od Uba do Slovca usvojeno je rešenje po kome se postojeći kolovoz po potrebi popravlja i priprema za nanošenje novih slojeva pojačanja 11 cm BNS 32A i 5 cm AB.

7. LITERATURA

- [1] A. Cvetanović, B. Banić, "Kolovozne konstrukcije", Beograd, Akademska misao, 2007.
[2] C.R. Bennett, A. Chamorro, C. Chen, H. de Solminihac, G. Flintsch, „Data Collection Technologies for Road Management“, World Bank East-Asia Transport Unit, 2007
[3] Linda M. Pierce, Ginger McGovern, and Kathryn A. Zimmerman, „Practical Guide for Quality Management of Pavement Condition Data Collection“, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, 2007.

Kratka biografija:



Nikola Logarušić rođen je u Sremskoj Mitrovici 1985. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Putevi odbranio je 2014. god.



Nebojša Radović rođen je u Beogradu 1962. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2006. god., a od 2010. god. je u zvanju docenta na Fakultetu tehničkih nauka. Oblast interesovanja su putevi i saobraćajnice.

**DALJI PRAVCI OBEZBEĐIVANJA DOSTUPNOSTI U POŠTANSKOM SAOBRAĆAJU
PERSPECTIVES PROVIDING ACCESS TO THE POSTAL TRAFFIC**Radovan Malinović, Dragana Šarac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast –SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisan pojam dostupnosti poštanske mreže. Opisom pojedinačnih vrsta dostupnosti stiče se kompletna slika o njenom značaju za kvalitetno pružanje usluga korisnicima. U radu su prikazani primeri drugih zemalja i kako je u njima obezbeđena dostupnost poštanske mreže. Takođe, opisani su i rezultati istraživanja o dostupnosti poštanske mreže u Srbiji u 2012. godini. Na konkretnom primeru, za Opštinu Beočin ispitana je dostupnost poštanske mreže i dati su predlozi za unapređenje iste.

Abstract – In this paper is described concept of access to the postal network. A description of specific types of access to can get an overall picture of its importance for high-quality customer service. The paper presents examples of other countries and their ways for providing access to the postal network. Also, there are shown the results of research on the access of the postal network in Serbia in 2012. On a concrete example of the Municipality of Beočin, there is examined the access of the postal network and give suggestions for improvement of the same.

Ključne reči: Dostupnost, poštanska mreža, Beočin

1. UVOD

Princip dostupnosti je jedna od bitnijih karakteristika prilikom organizovanja i stoga mu treba posvetiti posebnu pažnju. Druge evropske i svetske zemlje takođe čine razne akcije kako bi poboljšale dostupnost usluga svojim korisnicima, tako da će u radu biti opisani i neki primeri drugih zemalja i principa koji one koriste.

Pristup poštanskoj mreži je važan deo dostupnosti, i za definisanje pristupa potrebno je prepoznati potrebe trenutnih i budućih korisnika. U radu će biti reči o načinima prepoznavanja potreba i određivanju kriterijuma za formiranje pristupa poštanskoj mreži. Istraživački deo rada obuhvata istraživanje Pošte Srbije, rađeno 2012. godine na temu obezbeđivanja dostupnosti poštanske mreže korisnicima i analizu kvaliteta iste.

Obuhvaćeni su najvažniji elementi koji utiču na dostupnost. Rezultati su pored tekstualnog objašnjenja prikazani i grafički i tabelarno. Po prikazanoj analizi, u radu će biti ukazana mesta na kojima se kvalitet može unaprediti i aktivnosti koje mogu dovesti do unapređenja istog.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Dragana Šarac, docent.

Cilj rada jeste da se ukaže na bitnost obezbeđivanja dostupnosti i pristupa poštanskoj mreži, te da se ukaže na trenutne slabe tačke pri obezbeđivanju iste. Takođe, cilj rada jeste da se prikaže način na koji je obezbeđena dostupnost poštanske mreže u opštini Beočin, kao i da se da predlog za njeno unapređenje.

2. POŠTANSKI SAOBRAĆAJ, KARAKTERISTIKE, ZNAČAJ I ULOGA

Poštanski sistem predstavlja značajan element infrastrukture koji omogućava brz, siguran prenos pisanih, štampanih i na drugi način oblikovanih saopštenja, robe i novca u unutrašnjem i međunarodnom saobraćaju. Razvoj tehnike prenosa vesti kretao se relativno brzo kod izvesnih plemena Afrike, Amerika, Azije i Okeanije. Prvo spominjanje glasničke službe sreće se u spisima starim pet do šest hiljada godina, a prvi pisani dokumenti u glasničkoj službi kao zanatu, pronađeni su u grobnicama egipatskih faraona.

Poštanski saobraćaj predstavlja sistem koji sadrži svoje podsisteme. Na osnovu teorije o sistemima uopšte, može se reći da je poštanski saobraćaj jedan složen sistem u kojem figuriše veliki broj ulaza i izlaza, preko kojih se ostvaruje komunikacija sa okruženjem. Radi se o složenom dinamičkom sistemu koji ima sposobnost prelaza iz jednog u drugo stanje, a da pri tome zadrži svoje osnovne karakteristike.

3. UNIVERZALNA POŠTANSKA USLUGA

Univerzalna poštanska usluga, u unutrašnjem i međunarodnom poštanskom saobraćaju, obuhvata:

1) prijem, prenos i uručenje pismonosnih pošiljaka, uključujući registrovane pošiljke, mase do dva kilograma, kao i pismonosne pošiljke u elektronskoj formi, kao i sudska pisma bez obzira na masu,

2) prijem, prenos i uručenje paketa mase do 10 kg i uručenje paketa mase do 20 kg u međunarodnom poštanskom saobraćaju,

3) prijem, prenos i isplatu uputnica u klasičnoj i elektronskoj formi,

4) prijem, prenos i uručenje sekograma do 7 kg.

Univerzalnu poštansku uslugu obavlja javni poštanski operator, a drugi poštanski operatori mogu obavljati univerzalnu poštansku uslugu, osim rezervisanih, na osnovu licence. Javni poštanski operator ima ekskluzivno pravo na korišćenje reči ili dela reči "pošta" na bilo kom jeziku ili pismu, u nazivu firme ili poslovanju.

4. PRINCIPI DOSTUPNOSTI U POŠTANSKOM SAOBRAĆAJU

Specifičnost poštanskog saobraćaja u odnosu na druga transportna preduzeća je u tome da se transport pošiljki predviđenih u nomenklaturi usluga pruža na teritoriji cele zemlje. Prema tome, poštanska mreža mora biti takva da obuhvati svako naseljeno mesto koje će putem saobraćajnih veza biti uključeno u poštanske tokove za prijem, prenos i uručenje pošiljaka iz zemlje i inostranstva. Upravo ovi elementi su vezani za pojam dostupnosti. A dostupnost se može posmatrati sa više aspekata:

- Personalna
- Prostorna (Teritorijalna)
- Vremenska
- Finansijska

Personalna dostupnost podrazumeva pravo fizičkog i pravnog lica da neograničeno potražuje i koristi usluge poštanskog saobraćaja pod uslovom da prethodno ispuni odedene uslove u pogledu opremanja pošiljaka, kao i druge uslove bitne za manipulaciju i transport velikih količina poštanskih pošiljaka.

Pod prostornom dostupnosti se podrazumeva obaveza poštanske organizacije da u svoju mrežu uključi sva naseljena mesta u zemlji i da ih poveže kako bi se obezbedilo vršenje usluga u unutrašnjem i međunarodnom saobraćaju.

Vremenska dostupnost obuhvata dva osnovna vida obaveza koje poštanska organizacija treba ispuniti:

- Radno vreme pošta mora biti utvrđeno u skladu sa mesnim potrebama i na uobičajni način objavljeno,
 - rokovi prenosa pošiljaka utvrđuju se opštim uslovima u zavisnosti od vrste poštanskih pošiljaka (pisma, paketi) i od područja jedinice poštanske mreže na koju se pošiljka treba uručiti (uže, šire i najšire područje).
- Pri određivanju radnog vremena pošta, poštanski operator je dužan da, u skladu sa potrebama korisnika, odredi i na uobičajni način istakne radno vreme sa korisnicima poštanskih usluga.

Finansijska dostupnost se odnosi na pružanje poštanskih usluga svim korisnicima po pristupačnim cenama uzimajući u obzir platežne mogućnosti stanovništva.

5. DEFINISANOST PARAMETARA DOSTUPNOSTI U ZEMLJAMA SVETA

Pristup univezalnom poštanskom servisu kroz jedinice poštanske mreže treba biti zasnovan na stvarnim potrebama korisnika. Neophodno je da se napravi testiranje i mapiranje pristupnih tačaka u vezi sa trenutnim zakonima, pristupnim kriterijumima, i drugim indikatorima kao što su ekonomski, socijalni i demografski razvoj zemlje.

U zemljama sveta, parametri dostupnosti su različito definisani.

6. ISTRAŽIVANJE O DOSTUPNOSTI POŠTANSKIH USLUGA U SRBIJI U 2012.GODINI

Direktivom Evropskog Parlamenta i Saveta predviđeno je periodično merenje kvaliteta usluga. Merenje kvaliteta se vrši bar jednom godišnje od strane spoljnih organa koji

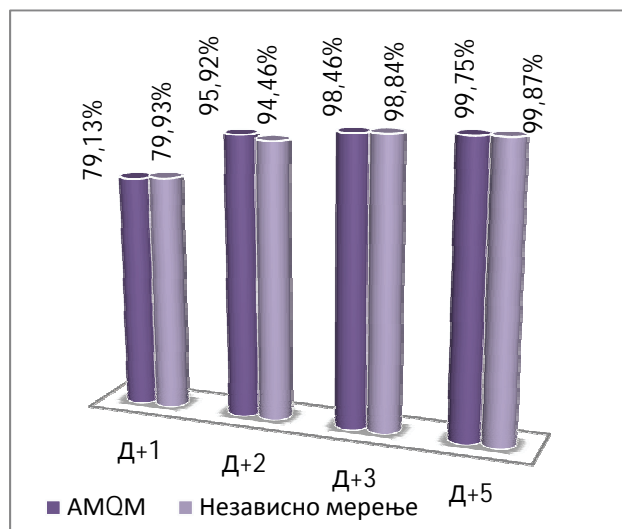
nemaju veze sa operatorima univerzalne usluge po standardizovanoj proceduri.

Za 2012. god u JP PTT Saobraćaja "Srbija" urađena je analiza stanja kvaliteta poštanskog saobraćaja. U okviru ove analize obuhvaćeni su:

- dostupnost poštanskih usluga;
- brzina i pouzdanost prenosa pošiljaka;
- bezbednost pošiljaka;
- efikasnosti rešavanja reklamacija;
- zadovoljstvo i informisanost korisnika usluga;
- nivo standardizacije i tipizacije;

- organizacione klime i zadovoljstvo poslom.

Da bi se postigli ovakvi zadovoljavajući rezultati u okviru Preduzeća su vršena i interna merenja. Prvo se radilo terensko merenje, a kasnije od 2009. godine se počelo primenjivati AMQM merenje, koje radi na principu RFID tehnologije. Ovim merenjem se simulira situacija sa terena kako bi se dobili što objektivniji rezultati, kako bi se se unapredile kritična mesta u lancu prenosa neregistrovanih pošiljaka. Rezultati koji se dobijaju AMQM merenjem i nezavisnim merenjem su približni. U 2012.godini je izvršeno merenje na oba načina, i rezultati su prikazani na grafikonu (graf. br.1).



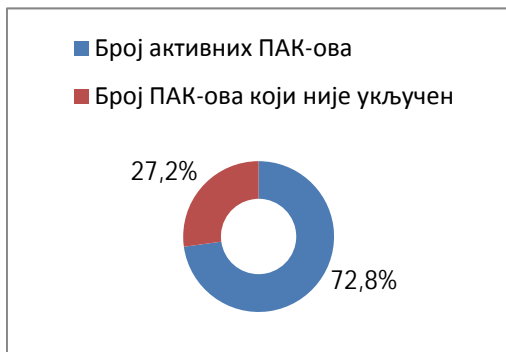
Graf.br. 1 – Poređenje rezultata nezavisnog merenja i AMQM merenja u 2012.godini

7. PREDLOZI ZA UNAPREĐIVANJE DOSTUPNOSTI POŠTANSKIH SERVISA

Podaci i rezultati koji su dobijeni analizom kvaliteta poštanskog saobraćaja u Srbiji pokazuju da je u nekim oblastima kvalitet na zadovoljavajućem nivou, ali isto tako da pojedine usluge nisu dostigle zadovoljavajući nivo kvaliteta, te da treba preduzeti mere kako bi se to unapredilo.

Među kriterijumima za kvalitet poštanske usluge koje su u 2012. godini pokazali zadovoljavajući nivo su: dostupnost pošta i poštanskih sandučića, radno vreme pošta, dostupnost poštanskih šaltera, dostava post-net uputnica. Kod organizacije pismonosne dostave, definisano je da organizacija pismonosne dostave kvalitetna ukoliko su kriterijumi o obuhvaćenosti užeg, šireg i najšireg dostavnog područja primenjeni na više od 95 % PAK-ova na teritoriji Republike Srbije.

Prema rezultatima analize, dobijeni su podaci da se dostava paketa vrši na 53311 od ukupno 73190 PAK-ova užege dostavnog područja, odnosno 72,8% užege dostavnog područja Republike Srbije. (graf.br. 2). Upoređujući dobijene rezultate i one predviđene Metodologijom primećuje se da je dobijeni rezultat ispod granične vrednosti. Kako bi se kvalitet poboljšao predlažu se mere da se dostava paketa vrši na većem broju PAK-ova.



Graf.br.2 – Broj PAK-ova za dostavu paketa na užem dostavnom području u 2012.godini

Ukoliko bi se broj PAK-ova uvećao za 1782, tj da je ukupan broj PAK-ova užege dostavnog područja sa paketskog dostava jednak 54893, to bi predstavljalo 75% ukupnog broja PAK-ova i kvalitet bi bio zadovoljavajući (graf.br. 3).



Graf.br. 3 – Povećan broj PAK-ova za dostavu na užem dostavnom području

8. OBEZBEĐIVANJE DOSTUPNOSTI NA TERITORIJI OPŠTINE BEOČIN

Opština Beočin (sl.br.1) se nalazi u Vojvodini, u Južnobačkom okrugu. Pripada severnom Sremu, između Dunava i Fruške gore, na teritoriji od 186 km². Po popisu iz 2011.god, u opštini živi 15630 stanovnika. Administrativno sedište i najveće mesto opštine je mesto Beočin.

Opština Beočin obuhvata više naselja: Banoštor, Beočin, Grabovo, Lug, Rakovac, Sviloš, Susek, Čerević.

Na području južnobačkog okruga proces dostavljanja pošiljaka počinje sa prispećem pošiljaka u Glavnom Poštanskom Centru (GPC-u) Novi Sad, a završava se sa dostavom na kućnoj adresi ili isporukom u poštanskoj jedinici.

Sve pošiljke koje treba da se upute na adrese u okviru južnobačkog okruga se prikupljaju u GPC u Novom Sadu.

Takođe, u GPC se usmeravaju sve pošiljke koje pristižu iz Vojvodine ka poštanskim centrima u Srbiji.



Slika.br.1 – Opština Beočin

Dostavna područja se mogu podeliti na više načina, a sa obzirom na teritorijalnu organizaciju same dostave poštanskih pošiljaka razlikuje se gradska i seoska dostava. Gradska dostava obuhvata uže dostavno područje, a seoska šire i najšire dostavno područje jedne pošte. U ruralnim područjima poštonoša istovremeno obavlja dostavu pismonosnih pošiljaka ali i niz drugih usluga. Za seoska područja je karakterističan manji obim pošiljaka, ali je od velikog značaja sam put koji dostavljač prelazi u toku radnog vremena, odnosno geografski položaj i konfiguracija zemljišta.

Pored dostavnih područja, važnu ulogu imaju i dostavni rejon. Dostavni rejon je deo dostavnog područja pošte, koje poštonoša obiđe jednim hodom u toku jednog radnog dana, pri čemu vrši dostavu poštanskih pošiljaka lično primaocu na naznačenu adresu. Osnovni elementi za organizaciju dostavnih rejonu su

- broj korisnika poštanskih usluga
 - količina i vrsta pošiljaka
 - dužina pređenog puta
- Ostali elementi koji su bitni su :
- vreme potrebno za opsluživanje korisnika
 - karakteristike itinerera
 - tip naselja, odnosno gradnje
 - način vršenja dostave
 - struktura korisnika na dostavnim rejonima
 - mreža poštanskih depoa

- broj kućnih kovčežića na određenom rejonu

- produktivno i neproduktivno vreme dostavljača.

Naselja u Opštini Beočin se mogu podeliti u dve grupe: planinska i podunavska naselja. U planinska naselja spadaju Lug, Sviloš i Grabovo, dok su Rakovac, Čerević, Susek i Banoštor podunavska naselja. Beočin se sastoji iz dve celine: Beočin grad i Beočin selo. Beočin grad koji je formiran južnije u dolini Kozarskog potoka spada u podunavska naselja, dok Beočin selo pripada planinskom tipu naselja.

Od svih naselja u Opštini Beočin, jedino Beočin grad je urbanog tipa, dok su ostala naselja ruralna.

U tabeli br.1 su prikazane udaljenosti između poštanskih jedinica u Opštini Beočin. Grabovo i Sviloš se neće uzimati u obzir, jer u njima ne postoji pošta.

	Banoštor	Beočin	Lug	Rakovac	Susek	Čerević
Banoštor	-	11,2 km	12,8 km	14,7 km	9,9 km	6,2 km
Beočin	11,2 km	-	24 km	4,2 km	20 km	5,8 km
Lug	12,8 km	24 km	-	27 km	3,4 km	17,5 km
Rakovac	14,7 km	4,2 km	27 km	-	24 km	8,6 km
Susek	9,9 km	20 km	3,4 km	24	-	15 km
Čerević	6,2 km	5,8 km	17,5 km	8,6 km	15 km	-

Tab.br.1 – Udaljenost u km između naselja u Opštini Beočin

9. PREDLOG ZA UNAPREĐENJE DOSTUPNOSTI POŠTANSKE MREŽE U OPŠTINI BEOČIN

Na osnovu svih prikupljenih podataka o karakteristikama opštine, geografskim obeležjima i demografskoj strukturi stanovništva, kao i mogućim rešenjima za unapređenje dostupnosti poštanske mreže, može se odabrati model koji će obezbediti prostornu i vremensku dostupnost poštanske mreže.

Uvođenjem pokretnog šaltera pošte za ova područja, povećala bi se ekonomičnost, a kvalitet usluge bi bio dobar. Početna tačna pokretne pošte bi se nalazila u Banoštoru. Pošta u Banoštoru ima radno vreme od 08:00 do 11:00 časova. Pošta Grabovo ima svega 100 stanovnika tako da pokretna pošta ne bi morala da dolazi u ovo mesto svaki dan. Dolazak bi bio organizovan dva radna dana u nedelji, i to utorak i petak sa radnim vremenom od 11:30 do 14:30 časova.

U mesto Sviloš, pokretna pošta bi radila ponedeljkom, sredom i petkom, u periodu od 11:30 do 14:30.

11. ZAKLJUČAK

Pristup poštanskoj mreži je jedan od elemenata neophodnih za kvalitetno pružanje poštanskih usluga, a predstavlja skup različitih elemenata koji međusobno interreaguju, a imaju zajednički cilj obezbeđivanja kontinuiranog, kvalitetnog, pouzdanog i održivog pružanja univerzalne poštanske usluge.

U završnom delu rada ispitana je dostupnost poštanske mreže na teritoriji Opštine Beočin. U ovoj opštini se nalazi sedam naselja koja međusobno nisu na velikim udaljenostima, ali zbog ruralnog područja, i razređenog tipa mesta, broj stanovnika varira i u dva naselja poštanska jedinica i ne postoji jer ta mesta pripadaju širem dostavnom području susednih naselja i na taj način je organizovana dostava.

Postavljanjem pitanja koliko je dostupnost poštanske mreže na ovaj način izražena, uvida se da postoji prostor za unapređenjem dostupnosti. Predloženo je postojanje pokretne pošte, koja će kretati iz naselja Banoštor i u drugom delu radnog vremena 2 dana u nedelji biti u Grabovu, a 3 dana u Svilošu.

Na ovaj način korisnicima se omogućava lakši pristup poštanskoj jedinici, a samim tim i uslugama koje mogu da dobiju od pošte. S obzirom da je radno vreme pošte u Banoštoru kraće, do 11 časova, zbog takvih potreba stanovništva, može da se uklopi da se drugi dio smene odradi u nekom od ovih naselja: Grabovu i Svilošu.

10. LITERATURA

- [1] Kujačić, M., *Osnovi poštanskog saobraćaja*
- [2]] Kujačić, M., Šarac, D., Jovanović, B., *Access to the postal network of the public operator*
- [3] *ERGP Report on "access" to the postal network and elements of postal infrastructure*
- [4] *International postal corporation, Postal Regulatory Database, County Directory 2013*
- [5] Web adresa: www.posta.rs
- [6] Be6 adpeca: www.rapus.rs
- [7] Be6 adpeca: <http://mtt.gov.rs>
- [8] Gmitrović, G., Master rad: *Unapređenje organizacije poštanske mreže i dostavne na području naselja Klisa*
- [9] Be6 adpeca: www.beocin.rs, *Strategija održivog razvoja Opštine Beočin 2013-2022*

Kratka biografija:



Radovan Malinović, rođen je u Novom Sadu 1985. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja odbranio je 2014.god.

**ОРГАНИЗАЦИЈА СИСТЕМА ЈАВНОГ ПРЕВОЗА НА ПОДРУЧИЈУ КРУШЕВЦА
THE ORGANIZATION OF PUBLIC TRANSPORT IN THE AREA OF KRUSEVAC**Јовица Милошевић, Милан Симеуновић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – САОБРАЋАЈ**

Kratak sadržaj – У оквиру овог рада анализирана је проблематика јавног транспорта путника на подручју Крушевца. Анализиране су саобраћајно-географске, демографске и социо-економске карактеристике области, карактеристике градског и приградског транспортног система града Крушевца, затим је дата оцена постојећег стања и изнет предлог мера за унапређење постојећег система јавног превоза.

Abstract – This thesis is about organization of public transport in the area of Krusevac. In thesis were analyzed traffic, geographic, demographic, social and economic characteristic of the area, characteristic of urban and suburban public transport, then existing condition was evaluated and proposal of improvements were presented.

Кључне речи: јавни превоз, транспортна мрежа, саобраћајна приступачност, време путовања

1. УВОД

Када посматрамо град, увиђамо да се он састоји из централног градског језгра и подручија која њему гравитирају. Увек су у граду сконцентрисана дешавања и активности које су од виталне важности за становање и рад становника. У последње време примећен је нагли раст градова који су ограниченог капацитета у смислу инфраструктуре и површине. Саобраћај највише утиче на облик и величину града. Када се сагледа, целокупан живот у граду постаје све тежи, што се манифестује кроз:

- нарушена животна средина (загађење, бука)
- велика густина насељености (град расте у висину, појава вертикалног транспорта)
- велика саобраћајна гужва
- висока цена становања
- пораст криминала у градским језгрима
- мањак комфора
- недостатак простора

Приградска насеља пружају далеко већи комфор за живот људи, па постају све привлачнија. Становници желе да живе у приградским насељима где су здравији животни услови, јефтинија изградња стамбених објеката, мања густина насељености. Становници приградских насеља имају свакодневну потребу да гравитирају ка граду, ради задовољења својих потреба. Ако је приградско насеље добро повезано

саобраћајном инфраструктуром, у виду брзих путева и квалитетног јавног градског превоза путника који је изражен кроз временску и просторну приступачност, ова насеља постају веома атрактивна за живот. Приградска насеља подразумевају добру саобраћајну повезаност са градом, јер без ње приградско насеље нема могућност да се развија [1].

2. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОДРУЧЈА КРУШЕВЦА

Крушевац се налази у централном делу Србије. Захвата најјужнији крај панонског обода и перипанонске Србије. Границе општине су између 43°22'29" и 43°42'17" северне географске ширине, 21°9' и 21°34'8" источне географске дужине. Крушевачка котлина која обухвата композитну долину Западне Мораве простире се између Левча и Темнића на северу, Жупе, Копаоника и Јастрепца на југу, краљевачке котлине и ибарске долине на западу. Територија града покрива претежно брдско подручје са мањим низијским простором у долинама река (надморска висина 173 - 1492 м). Површина града Крушевца је 854 км². Површина коју заузима урбана зона је 73 км² а површина коју заузима рурална зона је 781 км². Има 101 насељено место, 54 месне заједнице и седиште је Расинског округа кога чине још општине Варварин, Александровац, Брус, Трстеник и Ћићевац.

Територију града Крушевца пресеца разграната мрежа путева коју чине:

Магистрални пут М5 деоница Појате - Краљево, веза ауто - пута Београд - Ниш; Регионални пут Р102 Крагујевац - Разбојна;
Регионални пут Р119 Читлук - Пепељевац - Александровац;
Регионални пут Р217 Варварин - Шанац - Јасика - Велика Дренова;
Регионални пут Р221 Ђунис - Каоник - Велики Шиљеговац - Рибаре;
Регионални пут Р221а Рибаре - Рибарска бања;
Регионални пут Р223 Крушевац - Мудраковац - Ломница - Векики Јасребац; Регионални пут Р221б Каоник - Крушевац;

Мрежа локалних путева од којих је 174 км асфалтних и 120 км некатегорисаних путева као и развијени улични систем који је радијалног карактера[2].

3. КАРАКТЕРИСТИКЕ ГРАДСКОГ И ПРИГРАДСКОГ ТРАНСПОРТНОГ СИСТЕМА ГРАДА КРУШЕВЦА

Транспортна мрежа (ТМ) је скуп свих чворова и веза између њих, по којима се одвија транспорт путника и роба, на одређеном подручју. Транспортну мрежу

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Милан Симеуновић, доцент.

чине све саобраћајнице (путеви, улице, железничке пруге, водни путеви, ваздушни коридори) по којима се крећу возила разних подсистема - видова транспорта, односно које су опслужене разним видовима транспорта. Транспортне мреже се састоје из статичког дела - инфраструктуре и динамичког дела, а то су возила која се крећу по мрежи[3].

Транспортну мрежу града Крушевца можемо сврстати у комбиновану (слободну) транспортну мрежу, делом због географског положаја а делом због непланске градње. Већи део транспортне мреже се може дефинисати као лонгитудиналана ТМ.

Главни правац северозапад - југоисток се пружа од Лазарице до Малог Головода. Треба напоменути да се на главном правцу налази најатрактивнија зона која је ексцентрично постављена у односу на остале делове града и правце ширења истог.

Централна градска зона се налази у северном делу града на главном правцу и чини је део од Газиместанског трга до Нове Пијаце. Главни правац чине улице (од северозапада ка југоистоку): Цара Лазара, Газиместанска, Видовданска, Душанова, Аеродромска. У јужном делу града можемо уочити два радијална правца од којих се један делом поклапа са главним правцем.

Показатељи квалитета мреже линија [1]:

Густина мреже - овај фактор представља однос између укупне (грађевинске- физичке) дужине улица опслужених линијама ЈТП (L_m) и површине подручја опслуге града - (F):

$$\sigma = \frac{L_m}{F} = \frac{364,1}{854} = 0,43 [km / km^2]$$

Индекс пешачке доступности - овај индекс показује однос између површине града покривене петоминутном доступношћу и укупне површине града. Овај индекс даје површину која је опслужена мрежом линија у центру града, тј. површину обухваћену круговима (зонама атракције), који покривају петоминутни пешачки ход.

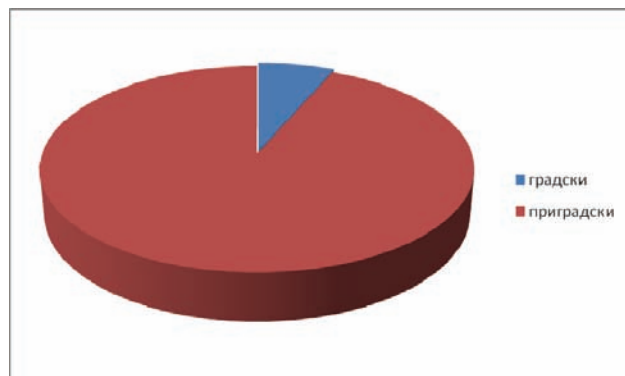
$$P_d = \frac{F_{pd}}{F} = \frac{11,120}{72} = 0,154 [km^2 / km^2]$$

Показатељ преклапања (K_z) - разгранатости - овај фактор представља однос између експлоатационе дужине мреже и грађевинске дужине мреже.

L_E - експлоатациона дужина мреже линија
 L_M - грађевинска дужина мреже линија

$$K_z = \frac{L_E}{L_M} = \frac{1682,3}{364,1} = 4,62 [km / km]$$

Мрежа ЈТП на територији града Крушевца се састоји од 46 линија, од чега 3 линије градског саобраћаја и 43 линија приградског саобраћаја.



Слика 1. Учешће градских и приградских линијау транспортној мрежи града Крушевца

Укупна експлоатациона дужина мреже износи 1682,3 км, а укупна грађевинска дужина мреже износи 364,1 км. Показатељ преклапања мреже, који представља однос између експлоатационе и грађевинске дужине мреже, има веома високу вредност и износи 4,62, што указује на висок степен преклапања линија на мрежи.

Укупан број стајалишта у целом систему, у оба смера, је 2043, док средња дужина међустаничног растојања на мрежи линија ЈТП у Крушевцу износи 0.721 км.

Укупан број возила на раду у систему ЈТП у Крушевцу је 73, од чега 3 возила на градским линијама, а 70 возила на приградским линијама. Највећи број возила саобраћа на линијама приградског саобраћаја 4, 14, 1/105 и 108. То су следеће линије: Споменик - Кобиље - Станци, Крушевац - Трмчаре - Сеземча - Буци - Јастребац, Крушевац - Шашиловац - Падеж - Глобаре и Крушевац - В. Шиљеговац - Рибарска бања.

Фреквенција возила на нивоу система износи 198 воз/дан, од чега 18 воз/дан на градским линијама, а 180 воз/дан на приградским линијама.

На нивоу система реализована је просечна брзина превоза од 22,48 km/h. На градским линијама просечна брзина превоза је 17,26 km/h, док је на приградским линијама та брзина 27,69 km/h.

Просечна брзина обрта на нивоу система је 17,02 km/h. На градским линијама просечна брзина обрта је 11,94 km/h, док је на приградским та брзина 22,09 km/h.

Табела 1. Основни статички елементи градских линија у Крушевцу

Број линије	Назив линије	L AB (km)	n AB	LBA (km)	n BA	LSR (km)	dSR (km)
12	Споменик – Баре – Доња Пакашница	2,40	7	2,40	7	2,40	0,400
16	Мало Головоде – Пејтон – Споменик – Лазарица	7,10	18	7,10	18	7,10	0,418
17	Багдала 3 – Насеље Уједињене Нације	6,70	15	6,70	15	6,70	0,479
Просечне вредности		5,40	13,33	5,40	13,33	5,40	0,432
Укупно		16,2	40	16,2	40	16,2	

легенда:

L ab – дужина линије у смеру А

n ab – број стајалишта на линији у смеру А

L ba - дужина линије у смеру Б

n ba - број стајалишта на линији у смеру Б
L sr – средња дужина линије
d sr – просечно међустанично растојање

Табела 2.: Основни динамички елементи градских линија на територији града Крушевца

Број линије	Назив линије	N(voz)	Tr (min)	To (min)	Vp (km/h)	Vo (km/h)
12	Споменик – Баре – Доња Пакашница	1	20	35	14,40	8,23
16	Мало Головоде – Пејтон – Споменик – Лазарица	1	40	60	21,30	14,20
17	Багдала 3 – Насеље Уједињене Нације	1	50	60	16,08	13,40
Просечне вредности		1	36,67	51,67	17,26	11,94
Укупно		3	110			

легенда:

N(voz)-број возила на раду

Tr – време превоза

To – време обрта

Vp – брзина превоза

Vo – брзина обрта

Возни парку систему ЈТП града Крушевца састоји се од 133 аутобуса. Возни парк је хетероген и чине га возила више произвођача. Највећи део возног парка чине возила САНОСА - а. Свакодневно се за путнички саобраћај обезбеђује 86 - 95 аутобуса. Просечна старост возила је 17,79 година.

У градском и приградском превозу у Крушевцу примењује се *релацијски тарифни систем* како за претплатне карте (карте за више возњи) тако и за појединачне карте (карте за једну возњу).

Куповина карата се обавља у возилима код кондуктера који седи у задњем крају возила. За приградске линије карте се могу купити и на шалтерима за продају карата на главној аутобуској станици. Такође, карте је могуће купити и на одређеном месту у граду (Дом синдиката - центар града). Ценовници се праве на основу даљинара. Свака карта има свој серијски број. На основу њега се зна до ког стајалишта карта важи.

Табела 3. Тарифни кораци на приградским линијама

Цена карте (дин)	50	60	100	110	125	150	170	190
Тарифни корак	1	1,18	2	2,2	2,50	3	3,39	3,75
Пређени км	0-3	3-7	7-9	9-11	11-15	15-35	35-40	40-50

4. ОЦЕНА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА

Мрежу линија ЈТП чине 3 линије градског саобраћаја укупне дужине 32,4 км и 43 линије приградског саобраћаја укупне дужине 1649,9 км. Просечна дужина градских линија износи 5,40 км а просечна дужина приградских линија је 19,36 км. На градским линијама постоји 80 стајалишта са просечним међустаничним растојањем од 432 м, што је у границама норматива. Са друге стране на приградским линијама је знатно већи број стајалишта 1963, што је у складу са бројем линија. Просечно међустанично растојање на приградским линијама је

1,01 км, што је такође у границама норматива. Осим броја стајалишта, веома је важно напоменути и стање у којима се стајалишта налазе. Стање стајалишта у Крушевцу је на врло ниском нивоу. Велики број стајалишта нема надстрешнице, а готово нигде не постоје табле са ознакама линија и временима ползака са терминаса.

Просечна брзина превоза на градским линијама је 17,26 км/х, а на приградским линијама та брзина је 27,69 км/х. На нивоу система просечна брзина превоза је 22,48 км/х. На градским линијама реализована је просечна брзина обрта од 11,94 км/х, а на приградским та брзина је 22,09 км/х. На нивоу система та брзина је 17,02 км/х. Разлог због кога је просечна брзина обрта мала је дуго задржавање возила на терминусима. Посебно треба издвојити линију бр. 12, где је брзина обрта свега 8,23 км/х. Просечан број ползака на градским линијама је 6, док је на приградским 4,19. Поменуте вредности су изузетно мале и треба утицати на њихово повећање. Такође је важно напоменути да се на 6 линија обавља по један ползак у току дана.

Возни парк у систему ЈТП града Крушевца чине 133 аутобуса. Инвентарски број возила намењен градским и приградским линијама је 91, од тога 21 на градским, док је за приградске линије предвиђено 70 возила. Број возила на раду у систему ЈТП је 73, од чега 3 возила на градским линијама, а 70 возила на приградским линијама. Од 21 возила за градски превоз, 18 возила се користи у случајевима отказа, како у градском тако и у приградском саобраћају. Возила су веома стара са обзиром да је просечна старост возила 17,23 година. Одржавање возила је на задовољавајућем нивоу. „Југопревоз“ Крушевац поседује сопствену радионицу за оправку аутобуса, као и део намењен прању и чишћењу возила.

У градском и приградском превозу у Крушевцу примењује се *релацијски тарифни систем*. Постоје извесни недостаци у самој организацији система наплате.

На стајалиштима не постоје информације о реду возње, односно не постоје табле са ознакама линија и временима ползака са терминаса. Постоји задовољавајућа сарадња између средстава информисања и превозника. Одређене информације се објављују на локалним радио - станицама, телевизији и у новинама (у случају да у одређеном временском периоду дође до укидања неке линије; у случају да се, због прекида саобраћаја на појединим деоницама, одређене линије преусмере итд.).

5. МОГУЋНОСТИ ЗА УНАПРЕЂЕЊА

Један од битних елемената за задовољење потреба путника јесу аутобуска стајалишта. Као што је већ наведено у оцени стања, аутобуска стајалишта у Крушевцу су у веома лошем стању и већи број стајалишта нема надстрешнице. Реконструкцијом стајалишта у великој мери би се олакшало коришћење градског и приградског превоза. Висока вредност индекса преклапања указује на то да се велики број линија преклапа. У циљу превазилажења ових проблема неопходно је да постоји добра информациона основа, односно потребно је да се

изврши истраживање које ће обухватити бројање и анкетирање путника на нивоу целог система ЈТП. На основу тога ће се добити број превезених путника на свакој линији који ће постати основа за даља димензионисања и просторно размештање линија. Увести ноћне поласке. Постојећи поласци не задовољавају захтеве путника. Истаживања су показала да је 78% путника исказало незадовољство постојећим ноћним поласцима и изразило жељу за додатним. Потребно је задовољити превозне потребе млађе популације, која има највише потребе за овим превозом. Крушевац нуди широк репертоар културних, спортских и осталих догађаја, који својим програмом трају дуже од термина намењених за ноћни поласак. Ноћни поласци између 22 часа и поноћи не задовољавају захтеве путника, па постоји потреба за још једним или више ноћних поласака. Ово нарочито утиче на путнике који су запослени у туристичким, угоститељским, културним и осталим делатностима чије радно време је до касно у ноћ. Ови запослени су приморани да на посао иду путничким аутомобилом.

Старост возила у великој мери утиче на квалитет система ЈТП у Крушевцу, а самим тим и на задовољење корисника. Просечна старост возног парка је прилично велика и износи 17,23 година. У последње две године набављено 13 возила, што представља велики напредак у односу на претходни период када је за девет година набављено свега 12 возила. И поред тога, тренд куповине нових возила треба наставити јер би се на тај начин побољшао квалитет услуге и привукао већи број корисника.

Југопревоз Крушевац користи систем наплате преко возача-кондуктера, што значајно може утицати на време трајања обрта, јер возач није у могућности да затвори врата док и последњем путнику не наплати карту. Овакав систем има за последицу значајно продужење времена путовања осталих путника, повећања превозних трошкова, повећање броја возила на раду, веће загађење животне средине и многе друге консеквенце. На неким поласцима кондуктер врши наплату, односно проверу карата. Овакав систем има за последицу повећање укупних трошкова плаћањем кондуктера, јер кондуктери у укупном броју запослених учествују са 25 до 30%, па се на овај начин повећава цена карте, а транспортна услуга практично остаје непромењена.

Увођење јединственог тарифног система омогућило би се боље искоришћење капацитета постојећих система. Организационо обједињавање тарифног система путем савремених технологија у наплати, нуди добру контролу токова прихода од продаје карата. Осим тарифног усклађивања, ускладили би се и редови вожње приградског саобраћаја са међуградским превозом који је интезиван на коридорима који пролазе кроз Крушевац, али није довољно искоришћен.

Својим неискоришћеним капацитетима дуголинијски превоз путника би могао да преузме део путника како би се равномерно распоредила вршна оптерећења. Овакав систем би имао за последицу смањење времена интервала и повећање саобраћајне приступачности.

Систем информисања на стајалиштима је неразвијен, на стајалиштима не постоје табле са ознакама линија и временима поласака са терминуса. За сада, људи се могу информисати само на аутобуској станици (шалтер за информације), као и у возилима. Увођењем поменутих табли, са посебним акцентом на стајалишта у центру града, у знатној мери би се олакшало коришћење превоза.

Путницима је потребно пружити могућност информисања преко интернета. У том смислу неопходно је да превозник има свој сајт. На сајту би се налазиле све значајне информације везане за редове вожње, трасе линија, цене карата итд.

6. ЗАКЉУЧАК

Стање ЈТП у Крушевцу може се оценити као неповољно обзиром да не постоји у потпуности организован и институционално уређен систем ЈТП. Непостојање конкуренције, односно доминантна улога превозника „Југопревоз Крушевац“, представља један од разлога поменутог проблема.

Обзиром да је Крушевац релативно скоро добио статус града и да је број становника у сталном порасту, неопходан је квалитетан и поуздан систем ЈТП који би задовољио све његове грађане

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Др Радован Банковић, „Организација и технологија јавног градског путничког превоза“, Саобраћајни факултет, Београд, 1994.
- [2] Генерални урбанистички план за Крушевац
- [3] Др Снежана Филиповић, „Писана предавања из ЈТП-а“, Саобраћајни факултет, Београд, 2007.
- [4] Документација „Југопревоза Крушевац“ а.д. Крушевац,

Кратка биографија:



Јовица Милошевић је рођен 1984. године у Крушевцу. Факултет техничких наука уписао је 2003. Године на одсеку за друмски саобраћај, мастер рад одбранио 2014.

УТИЦАЈ ЛОКАЛИЗОВАНИХ ИНФОРМАЦИЈА САОБРАЋАЈНИХ НЕЗГОДА НА СВЕСТ О БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА**THE IMPACT OF LOCALIZED ROAD ACCIDENT INFORMATION ON ROAD SAFETY AWARENESS**Марко Шаренац, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – САОБРАЋАЈ**

Кратак садржај – *Понашање учесника у саобраћају има највећи потенцијал за унапређење безбедности на путевима. На глобалном нивоу се чине значајни напори на развоју и примени мера које за циљ имају промену понашања појединих учесника у саобраћају. У раду је анализиран утицај локализованих информација о саобраћајним незгодама на свест о безбедности саобраћаја.*

Abstract – *Behavior of road users has the greatest potential for improving road safety. At the global level to make a considerable effort to development needs and the implementation of measures aimed at changing the behavior of individual participants. The paper analyzes the impact of localized road accident information on road safety awareness.*

Кључне речи: *Безбедност саобраћаја, локализоване информације, свест људи.*

1. УВОД

Проблем безбедности у саобраћају постао је глобални проблем са којим се сусрећу све земље света, а последице ових проблема су различите по специфичностима и димензијама којима оптерећују друштво. Саобраћајне незгоде имају утицај на светску економију јер широм света сваке године наносе велике људске и материјалне штете. Због тога прикупљање и анализа података о саобраћајним незгодама представљају важне кораке у оквиру напора да се умање те штете.

Статистика и анализа саобраћајних незгода треба да помогну да се одговори на питање зашто настају незгоде, да се идентификује локације где најчешће до њих долази, да се дефинише одговарајући програм за већу безбедност у саобраћају и одговарајуће мере које треба да се предузму. Предмет рада су информације о безбедности саобраћаја на локалном нивоу и њихов утицај на свест људи о безбедности саобраћаја на том подручју.

2. ЗНАЧАЈ ИНФОРМАЦИЈА ЗА ЕФИКАСАН РАД У БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

Ефикасан рад у безбедности саобраћаја не може се замислити без информационог система. Солидна информациона основа је неопходан предуслов за

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је др Драган Јовановић, ванр. проф.

доношење квалитетних одлука, уочавање димензија проблема, примену проверених методолошких поступака, повезивања сазнања из разних подручја, рационално коришћење људских, техничких и финансијских средстава и уопште за ефикасно реаговање друштва.

Начин прикупљања информација је веома значајна фаза поступка научног сазнавања. У овој фази, дефинише се узорак који ће се обухватити истраживањем, поступак, околина и услови истраживања. У области безбедности саобраћаја податке можемо прикупљати: експериментом, испитивањем, посматрањем, мерењем, упоређивањем, путем статистике итд.

База података у области безбедности друског саобраћаја представља скуп међусобно повезаних података о саобраћајним незгодама или неких других саобраћајних података и скуп програма опште намене или посебно прилагођених, који су потребни за приступ тим подацима. Основна намена база података је вођење евиденције о саобраћајним незгодама и свим њиховим обележјима. На националном нивоу, тј. у нашим условима могу се користити следеће базе података: Јединствени информациони систем МУП-а, дневни полицијски извештаји, извештаји из здравствених установа, евиденције осигурања, експертисе саобраћајних незгода и решени судски списи.

Могуће је искористити постојеће базе података и повезати низ узорака информација које су доступне за формулисање побољшања система података на националном нивоу. Системи повезивања често комбинују податке добијене из неколико извора, како би се компензовали недостаци и пропусти у појединим изворима. Главна предност повезаних база података је способност да се превазиђу ограничења у истраживачким студијама проистекла из ограничења једног извора података о саобраћајним незгодама. Кроз коришћење више од једног извора података у систему праћења, осетљивост и репрезентативност може се повећати.

Од изузетног значаја је пронаћи начин да јавност разуме масу информација о саобраћајним незгодама, тако да те информације утичу на њихову свест о безбедности саобраћаја. Визуелизација информација је добар начин да се задовоље такви захтеви. Постоји много различитих техника из теорије за визуелно приказивање информација.

Различите групе корисника заинтересоване су за податке о безбедности на путевима за различите

намене, а све у циљу ефикасности у спречавању настанка саобраћајних незгода. Ови корисници су врло хетерогени по кадровској и техничкој оспособљености, функцији коју обављају у друштву и саобраћају, значају, активности, обавезама и свом доприносу у спречавању незгода. Потенцијални корисници у већој мери треба да буду институције које учествују у формирању људи као учесника у саобраћају. Затим следе: дирекције за путеве, урбанистички заводи, инжењери аутомобилске индустрије, осигуравајућа друштва итд.

3. ПРИКАЗ ОДАБРАНИХ ИСКУСТАВА

Интернет као нови значајан технолошки потенцијал мења досадашњи начин размишљања, облик комуникације, дизајнирања па све до производње и начина пласмана производа. Интернет кроз мрежу институција омогућује проток и размену научних резултата, стручњацима омогућује увид у проблематику безбедности саобраћаја.

Када кажемо „илустровано искуство“ пре свега мислимо на техничку подршку коју информатичка технологија и сам интернет пружају у раду везаном за безбедност саобраћаја. Пре свега се мисли на: системе извештавања саобраћајних незгода и стања на путевима, систем анализе саобраћајних незгода, веб сајтови који се баве безбедношћу саобраћаја.

Много комерцијалних веб сајтова пружа тренутне информације о саобраћајним незгодама. Ове информације се систематизују и приказују скоро на сваких сат времена или из минута у минут. Људи који користе ове веб сајтове на њима могу наћи информације „где“ и „када“ се догодила незгода. Користећи ове информације, људи могу да планирају своје путовање тако што ће, да би се избегли застоји на путу, бирати алтернативне правце. И можда нешто што је важније, знајући информацију о месту на коме се догодила саобраћајна незгода, возачи ће приликом наилаaska на то место возити обазривије. Типични веб сајтови који се баве пружањем ових информација су: „*TxDOT Expressway*“, „*AA*“, „*Аутомото савез Србије (AMCC)*“.

Системи извештавања о саобраћајним незгодама и системи анализе саобраћајних незгода могу да обезбеде велики увид о саобраћајним незгодама, нико од њих не даје информације везане за историју саобраћајних незгода које су се догодиле на одређеном месту. Додатни проблем представља што је већина тих система доступна стручњацима чији је посао везан за безбедност саобраћаја. Примера ради, у Великој Британији, како би се повећала свест о безбедности на путевима влада је покренула неколико веб сајтова. Основни задатак тих сајтова је да обезбеде информације о саобраћајним незгодама и да исте буду доступне широј јавности. „*Scottish Road Safety Campaign*“ и „*THINK! Road Safety*“ су веб сајтови чији је основни задатак да развијају и координирају иницијативама и кампањама везаних за безбедност на путевима. Блиско сарађују са локалним властима и јединицама саобраћајне полиције у покушају да обезбеде координирани приступ одржавања безбедности саобраћаја на путевима.

Главни циљеви ових веб сајтова су: подизање свести јавности о безбедности на путевима, да се анализирају и прате разлози због којих настају саобраћајне незгоде, да се изврши процена активности кампања, да организује форум где корисници могу да размене идеје о безбедности саобраћаја итд.

Мноштво информација се може наћи на ова два веб сајта јер су фокусирани на различите врсте учесника у саобраћају, од младих тинејџера до старих лица, од инжењера за безбедност саобраћаја до саобраћајне полиције и од пешака до бициклиста и возача. Пружене информације покривају све важне аспекте безбедности саобраћаја.

Поред ових система који су описани постоје и медијске кампање безбедности саобраћаја, које се дефинишу као координирани систем мера и активности унапред одређеног трајања, којима се делује на одређену групу људи ради испуњења унапред дефинисаног задатка. Општи циљ кампање је промовисање безбеднијег коришћења путева. Конкретни циљеви кампање односе се на промену знања, ставова, вештина и понашања учесника у саобраћају, а све са циљем унапређења безбедности саобраћаја.

4. ПРИКАЗ ИСТРАЖИВАЊА

Чињеница је да статистика о саобраћајним незгодама може имати мали утицај на свест људи о безбедности на путу. Могући разлог за ово је атрибуција грешке јер већина возача сматра да је мала вероватноћа да ће се баш њима догодити саобраћајна незгода. Међутим, неке анкете у Великој Британији су показале да постоје промене у понашању људи у саобраћају пре и након што су видели детаљне информације о саобраћајним незгодама. Тешко је утврдити тачан утицај локализованих информација о саобраћајним незгодама на свест о безбедности на путу, посебно је тај утицај тешко одредити анкетама. Због тога се морао пронаћи други начин да се тачно утврди утицај тих информација на безбедност саобраћаја.

У овом раду је описано једно такво истраживање спроведено у Великој Британији, па по угледу на тај модел истраживања се може и код нас утврдити тај утицај.

Планирање руте је једна од активности коју возачи обављају скоро сваки дан. Због тога је дизајниран експеримент да би сазнали да ли људи мењају избор маршруте када знају локализоване информације о саобраћајним незгодама. У оквиру дизајна експеримента истраживачи су изабрали две групе корисника на које су се фокусирали, а то су возачи такси возила и универзитетско особље.

Прво је приказан експеримент са таксистима, који су изабрани за експеримент због високог ризика ком су изложени у саобраћају. Истраживање је спроведено у Глазгову и Манчестеру, важно је било да нико од учесника експеримента није никада возио у овој области пре почетка процене.

Овај метод, дакле треба да подржи две различите али комплементарне хипотезе. Хипотеза 1: „*Локализоване информације ће утицати код људи на избор при одабиру путева*“. Хипотеза 2: „*Сопствено искуство ће*

утицати на њихов избор при одабиру и рангирању путева”.

По 20 возача обе групе учесника је учествовало у експерименту, са тим да су и једни и други били подељени у две подгрупе од по 10 учесника. Задатак који се поставља пред учеснике експеримента је да рангирају путне правце које би они користили пре и после сазнања информација везаних за саобраћајне незгоде које су се на њима догодиле.

Најлакше ћемо то представити на примеру табеле 1.

Табела 1. даје преглед резултата добијених из задате преференције путних праваца када су били испитани таксисти из Глазгова за кретање у централном делу Манчестера. Лева секција табеле документује преференцију путних праваца док возачи нису имали приступ информацијама везаним за незгоде. Десна секција табеле документује преференцију путних праваца након пружених информација о претходним саобраћајним незгодама.

	Рангирање путева (без информација о незгодама)							Рангирање путева (са информацијама о незгодама)						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
S1	R9	R10	R13	R14	R8	R11	R12	R8	R11	R12	R9	R14	R10	R13
S2	R9	R10	R13	R14	R8	R11	R12	R8	R12	R11	R9	R14	R10	R13
S3	R9	R10	R14	R13	R8	R12	R11	R8	R12	R11	R9	R14	R10	R13
S4	R10	R9	R13	R14	R12	R8	R11	R12	R8	R11	R9	R14	R10	R13
S5	R9	R11	R12	R10	R8	R13	R14	R8	R11	R12	R9	R14	R10	R13
S6	R9	R10	R14	R13	R8	R12	R11	R8	R11	R12	R9	R14	R10	R13
S7	R10	R9	R13	R14	R12	R8	R11	R12	R8	R11	R9	R14	R10	R13
S8	R9	R10	R14	R13	R8	R12	R11	R8	R11	R9	R12	R14	R13	R10
S9	R9	R11	R12	R10	R8	R13	R14	R8	R12	R11	R9	R13	R10	R14
S10	R9	R11	R12	R10	R8	R13	R14	R8	R11	R9	R12	R10	R13	R14

Табела 1. Рангирање путева у Манчестеру

Након сумирања резултата изгледало је јасно да хипотеза 1 и хипотеза 2 подржавају резултате који су добијени из овог првог експеримента у којим је учествовало првих 10 таксиста. У првом истраживању истраживачи су се водили концепцијом да сваки од испитаних таксиста добије исти скуп инструкција експеримента.

У другом експерименту за другу групу таксиста експериментално питање је било другачије формулисано. Оно је гласило: “Са становишта вашег посла као таксисте, молимо вас да рангирате следеће путне правце у жељеном редоследу од 1 до 7, где је први пут који би сте често користили и седми је пут који би сте најмање користили”. Експеримент је поједностављен тако што су означена времена и кумулативни број незгода поред сваког пута.

Резултати из ове друге групе истраживања су показали да у Глазгову подржавају хипотезу 1, док у случају рута путева у Манчестеру преферирање путева се мења за све руте путева које су узете у обзир наравно као резултат са упознавањем информација о незгодама.

Да би увидели да ли локализоване информације о саобраћајним незгодама имају утицај на друге возаче, истраживачи су поновили експеримент у коме је учествовало универзитетско особље и студенти. Универзитетско особље и студенти нису толико изложени ризику у саобраћају као таксисти. Не разматрају често планирање руте пута као таксисти.

Ова група испитаника има и виши степен образовања од таксиста.

Задатак је остао исти, експеримент се спроводи у оба града, Глазгов и Манчестер. Истраживачи су изабрали 10 чланова особља факултета и 10 студената.

Резултати овог поновљеног експеримента показују, као и раније, да пружање локализованих информација о саобраћајним незгодама утиче на рангирање путева. Изгледа јасно да су хипотеза 1 и хипотеза 2 подржане резултатима које је овај експеримент пружио.

Спроведена студија показује да пружање и познавање локализованих информација о саобраћајним незгодама може имати утицај на сложене задатке у саобраћају као и на решавање проблема. Важно је да се призна, да резултати студије не дају ништа значајно, већ служе као допуна теоријском разумевању когнитивних процеса који су укључени у експлоатацију у саобраћају.

5. ДИСКУСИЈА

Сматрало се да информације о саобраћајним незгодама могу да имају утицај на доношење одлука о планирању руте путовања. Међутим, чињеница је да дизајн спроведеног експеримента не разматра и друге факторе који могу утицати на одлуке возача.

Истраживачи су из спроведеног експеримента, прикупили подршку за њихове две хипотезе. Прво, пружање локализованих информација о саобраћајним незгодама има утицај на избор путева у области које су им добро познате. Друго, овај ефекат се може видети када возачи имају приступ овим информацијама у градовима који им нису познати.

За већ развијен веб систем за представљање локализованих информација о безбедности саобраћаја који се односи на планирање и функционалност у одабиру руте, појавио се одређени број проблема. Конкретно, путовања у експерименту се односе на релативно кратке дистанце у ужим центрима града. Тај проблем кратких дистанци се рефлектује на релативно мали број незгода за сваки пут који је узет у обзир. Због релативног малог броја незгода потребно је омогућити петогодишњи или десетогодишњи пресек саобраћајних незгода на увид возачима.

Ако се желе из сирове фреквенције незгода разматрати питања везана за ризик изложености, онда постоји доста простора за развој одговарајућег интерфејса који би маскирао неке основне сложености до крајњих корисника, као што су таксисти који имају значајан интерес користећи ове податке.

Поред многих идеја из овог рада, природно се намеће да се интегришу локализоване информације о саобраћајним незгодама са ГПС системима навигације које поседују возила. То ће бити релативно једноставно пошто ће се мапе по којима се вози редовно ажурирати новим локализованим информацијама о саобраћајним незгодама.

Генерално, главни допринос овог рада састоји се у томе да се изврши планирање експеримента како би се пронашао најбољи начин за одређивање утицаја локализованих информација о незгодама на одлуке приликом планирања путовања.

6. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Овај рад је заснован на хипотези да постојећа путна упутства зависе у многоме од употребе националних статистика и локализованих информација саобраћајних незгода које могу да имају већи утицај на свест људи о безбедности саобраћаја.

Извршена је процена постојећих веб-сајтова о безбедности саобраћаја и провера у којој мери пружају националне статистике. Резултати неких истраживања су показала да утицај веб-сајтова безбедности саобраћаја немају велики утицај на свест људи. Зато су истраживачи користили друге методе да процене утицај локализованих информација о безбедности саобраћаја на свест о безбедности на путу.

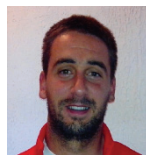
Резултати ове две методе су дали више него позитивне повратне информације. Спроведено истраживање показује да су учесници у саобраћају заинтересовани за локализоване информације о саобраћајним незгодама и да такве информације утичу на њихову свест о безбедности на путу. Међутим, да би се утврдило у којој мери локализована информација има утицај на свест људи о безбедности саобраћаја, у истраживање треба укључити све учеснике у саобраћају. Њих је потребно разврстати у групе, као што су возачи, бициклисти, пешаци итд. Ово је потребно урадити јер различите групе корисника путева могу имати различите захтеве везане за информације о незгодама.

На основу овога могуће је дискутовати будућа истраживања са три аспекта: информација, интеракција и предвиђање.

7. ЛИТЕРАТУРА

- Abdel-Aty, M. A., Radwan, A. E. Modeling traffic accident occurrence and involvement. *Accid. Anal. Prev.* 32,633-642. 2000.
- Aberg L., Larsen L., Glad A., Beilinson, L. Observed Vehicle Speed and Drivers' Perceived Speed of Others, *Applied Psychology: An International Review*, 46(3), p. 287-302, 1997.
- Chambers, J. M., Cleveland, W. S., Kleiner, B., and Tukey, P. A., *Graphical Methods for Data Analysis*, Pacific Grove, CA: Wadsworth and Brooks/Cole, 1983.
- Graham, T. Road safety education in the Scottish curriculum, Edinburgh: Stationery Office, 2000.
- Schneider, M., Kiesler, S. Calling While Driving: Effects of Providing Remote Traffic Context, *Human-Computer Interaction Institute, Carnegie Mellon University, CHI 2005, Portland, Oregon, USA, 2005.*
- Ulleberg, P., Rundmo, T. Personality, attitudes and risk perception as predictors of risky driving behaviour among young drivers, *Safety Science, Volume 41, Issue 5, June 2003, Pages 427-443*
- Spence, R. *Information Visualization*, Addison-Wesley, 2001.
- Rothengatter J. A. Psychological aspects of road user behaviour, In Frese M. (ed.): *Applied Psychology: An international Review, Special Issue Traffic Psychology*, -46, p 221-314, 1997
- Card, S., Mackinlay, D., Shneiderman, B. *Readings In Information Visualization - Using Vision To Think*, San Francisco, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1999
- Tomorrow's roads: safer for everyone. The Government's road safety strategy and casualty reduction targets for 2010, Department of the Environment, Transport and Regions. London: DETR, 2000
- Tou, F., Williams, M. D., Fikes, R., A. Henderson, J., and Malone, T. W., RABBIT: An Intelligent Database Assistant. *Proceedings of AAAI'82*, 1982.
- Jacoby, W. *Statistical graphics for visualizing multivariate data*, Sage publications, London, 1998
- Yunan Zheng, Chris W Johnson, A Preliminary Evaluation of the Impact of Local Accident Information on the Public Perception of Road Safety, Department of Computing Science, University of Glasgow, RESS (Reliability Engineering & System Safety) special issue on infrastructure reliability, Accepted and to appear.

Кратка биографија:



Марко Шаренац рођен је у Зрењанину 1984. год. Дипломски-мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранио је 2014. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању венредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

ASPEKT ODGOVORNOSTI U KOMBINOVANOM TRANSPORTU**LIABILITY IN COMBINED TRANSPORT**Dragan Zvizdalo, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – *Tehnologije kombinovanog transporta su tehnologije gde se kombinuju dva ili više vidova transporta. Prednosti koje se time postižu su mnogobrojne, ali postoje i ozbiljni nedostaci. U ovom radu analiziran je jedan od problema vezanih za primenu tehnologija kombinovanog transporta, a to su neriješena pitanja odgovornosti za gubitak, oštećenje ili kašnjenje robe i povezano pitanje osiguranja.*

Abstract – *Combined transport technologies include two or more transport modes. These technologies have numerous benefits, but also there are some serious deficiencies. Among them are unresolved issues of liability for loss, damage or delay of goods, and related question of insurance. In this paper, they are briefly explored.*

Ključne reči: *Kombinovani transport, MT-Konvencija, Roterdamska pravila, Osiguranje robe u transportu*

1. UVOD

U proteklom vijeku došlo je do velike industrijske ekspanzije, a samim tim i do povećanja obima i složenosti strukture saobraćaja i transporta, kao posljedice povećanja stepena industrijalizacije. Sa druge strane, saobraćaj utiče na životnu sredinu stvarajući niz neželjenih i štetnih efekata, tako da je jedan od osnovnih problema koji se danas nameću savremenom društvu, zagađenje koje nastaje kao produkt izduvnih gasova koje proizvodi sve veći broj motornih vozila.

Drumski transport, sa aspekta razvijenosti, zastupljenosti i osnovnih tehnoloških karakteristika, zauzima dominantno mjesto i daleko je ispred ostalih grana transporta, s obzirom da se ovim vidom zadovoljava i do 98% svih potreba za transportom u pojedinim zemljama. Međutim, drumski transport je ekonomski i energetski najmanje povoljan vid transporta, tako da je jasna i opravdana težnja za ograničavanjem njegovog daljeg razvoja sa ciljem prebacivanja robe na ostale vidove transporta u što je moguće većoj meri. Ovaj cilj je dostižan kroz primenu tehnologija realizacije transportnih lanaca na način koji podrazumijeva integraciju svih vidova saobraćaja. Na taj način, razvoj kombinovanog transporta postao je praktično jedino strateško rješenje za globalne probleme robne distribucije. Kombinovani transport objedinjuje prednosti više vidova transporta (na primjer željezničkog i drumskog), te kroz njihovo međusobno povezivanje omogućuje bolju koordinaciju i bolju kooperaciju u transportu.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Đurđica Stojanović, docent.

Efekti njegove primjene su mnogostruki i ogledaju se u redukciji emisije štetnih gasova, rasterećenju mreže drumskih saobraćajnica, odnosno, smanjenju zagušenja saobraćaja, povećanju bezbjednosti na drumu, smanjenju potrošnje goriva i nivoa buke, racionalnijem korišćenju prostora kao i mogućnošću transporta od „vrata do vrata“. Organizacija kombinovanog transporta je znatno složenija zbog većeg broja učesnika u transportnom lancu koji obavljaju poslove utovara, prevoza, pretovara i istovara robe. Prilikom obavljanja ovih funkcija roba je izložena raznim rizicima od gubitka, oštećenja ili kašnjenja. Zbog mogućnosti da dođe do štetnoga događaja prilikom transporta robe, vrlo je važno da pitanje odgovornosti u ovoj oblasti bude jasno definisano upravo zbog većeg broja učesnika koji manipulišu sa robom. Jedno od osnovnih pitanja je: kako regulisati odgovornost u ovoj oblasti? Da li da svu odgovornost snosi jedno lice, ili će je snositi više njih, svako za etapu prevoza u kojoj je lično učestvovao? Predmet ovog rada je problematika organizacije kombinovanog transporta, sa posebnim osvrtom na principe odgovornosti pojedinih učesnika u transportnom lancu kombinovanog transporta.

2. TEORIJSKE OSNOVE KOMBINOVANOG TRANSPORTA

Danas se u većem ili manjem obimu primjenjuju različite tehnologije transporta u čijoj realizaciji učestvuju transportna sredstva više vidova saobraćaja primjenom iste tovarne jedinice. One se zajednički zovu *tehnologije kombinovanog transporta* i predstavljaju za određene vrste transporta najnaprednije transportne tehnologije. Predstavnici saobraćajne teorije i prakse smatraju da savremeni koncept kombinovanog, odnosno intermodalnog transporta predstavlja jednu od najznačajnijih novina i dostignuća u oblasti transporta u dvadesetom veku. Pored naziva „kombinovani transport“, u domaćoj i stranoj literaturi mogu se naći i termini „integralni transport“, „intermodalni transport“, „multimodalni transport“ itd.

Osnovni cilj kombinovanog transporta nije samo ušteda u vremenu i troškovima prevoza, već, prije svega, racionalizacija sistema distribucije robe. Poseban cilj kombinovanog transporta jeste realizacija transportnog lanca od proizvođača do potrošača [1].

2.1. Klasifikacija tehnologija kombinovanog transporta

S obzirom na presudan uticaj učešća vidova transporta u transportnom lancu s jedne, i prostornog položaja mjesta otpreme i dopreme s druge strane, na izbor odgovarajuće tehnologije kombinovanog transporta, one se mogu podijeliti na [2]:

- Tehnologije kopnenih sistema transporta,
- Tehnologije kopneno-pomorskih sistema transporta,
- Tehnologije kopnenih mostova,
- Tehnologije kopneno-vazdušnih sistema transporta,
- Tehnologija kopneno-riječnih sistema transporta.

Pod tehnologijama kopnenih sistema podrazumjeva se transport robe u koji su uključene najmanje dvije vrste transportnih sredstava bez mijenjanja suda u kome se roba transportuje. Najznačajnije kopnene tehnologije su:

- Sistem transporta paleta;
- Sistem transporta kontejnera;
- Sistem transporta prikolica ili poluprikolica drumskog teretnog saobraćaja na željezničkim teretnim kolima-nosačima (Slika 1) i
- Sistem izmjenjivih transportnih sudova.



Slika 1. Kooperacija drumsko - željezničkog transporta

U okviru kombinovanog kopneno-pomorskog transporta razvile su se tri osnovne tehnologije: Tehnologija transporta kontejnera, tehnologija Ro-Ro sistema (Slika 2) i tehnologija prevoza barži riječnog saobraćaja [2].



Slika 2. Kooperacija drumsko - pomorskog transporta

Glavne kopneno – vazdušne tehnologije su:

- Transport robe paletama,
- Transport robe ISO kontejnerima,
- Transport robe specijalnim kontejnerima i
- Transport robe na paletama i kontejnerima u teretnim i kombinovanim avionima.

Riječni i kanalski saobraćaj obavlja se po plovim kanalima i rijekama i njegove pozitivne karakteristike su: visok prevozni kapacitet (na dubokim rijekama), relativno male cijene prevoza i niski troškovi za organizaciju plovidbe.

Drumsko-riječni kombinovani prevoz je poznat pod nazivom Ro-Ro transport. Njime se obavlja se transport drumskih vozila zajedno sa teretom na posebno građenim brodovima (Slika 3). Manipulacija se obavlja horizontalno, tj. vozila se samohodno na vlastitim točkovima, odnosno prikolice ili poluprikolice tegljačima, ukrcavaju na Ro-Ro brodove i iskrcavaju iz njih.



Slika 3. Kooperacija drumsko - riječnog transporta

Organizovanjem kopnenog mosta za prevoz kontejnera omogućava se ne samo skraćanje vremena transporta, već su moguće uštede u troškovima transporta. Kopneni most se formira organizovanjem kopnenih vidova transporta tako da je omogućen prihvat kontejnera na jednom kraju, njihov brz prevoz i predaja, odnosno, utovar na brod u luci, koja predstavlja drugi kraj kopnenog mosta. Osnovne karakteristike ove tehnologije su efikasnost i sinhronizacija aktivnosti. Posljedice koje izaziva ova koncepcija su:

- Smanjenje značaja nekih pomorskih puteva,
- Promjena u značaju postojećih i razvoj novih pomorskih luka,
- Povećanje ulaganja u modernizaciju kopnene saobraćajne infrastrukture,
- Smanjenje obima skladištenja robe u toku transporta i
- Opšte unapređenje tehnologija transporta kontejnera.

3. ELEMENTI SISTEMA KOMBINOVANOG TRANSPORTA

U današnje vrijeme, u eri tehnološke revolucije, svakodnevno se iznalaze nova rešenja na svim poljima nauke i tehnike. Tako se i u transportu javljaju nove tehnologije prevoza robe i njihovog pretovara i skladištenja, bilo da se radi o drumskom, željezničkom ili vodnom saobraćaju.

Kombinovani transport kao sistem, sastoji se od sljedećih podsistema [3]:

- Terminali i logistički centri sa svojom infrastrukturom i opremom,

- *Saobraćajnice za međusobno povezivanje terminala sa svojom infrastrukturom i opremom,*
- *Saobraćajnice opslužnih područja terminala,*
- *Transportna sredstva i intermodalne transportne jedinice (ITJ),*
- *Telematska infrastruktura, ljudstvo koje učestvuje u procesu i*
- *Multimodalni operateri.*

3.1. Struktura sistema kombinovanog transporta

Kombinovani transport je mnogo složeniji za organizaciju nego što je organizacija konvencionalnog drumskoga transporta. Glavni razlog za to je njegova složenija struktura iskazana preko većeg broja učesnika, većeg broja vidova transporta i većeg broja različitih aktivnosti. Pored toga, intermodalni terminali kombinovanog transporta povećavaju složenost transportne mreže.

3.2. Učesnici u sistemu kombinovanog transporta

Kombinovani transport je složeniji od direktnog transporta zbog broja učesnika koji učestvuju u transportnom procesu. Kod najjednostavnijeg oblika intermodalnog transporta sa dva različita vida transporta (npr. drumsko-željeznički transport), broj učesnika raste od šest do osam, pri čemu se najčešće pojavljuju: pošiljalac robe, špediter, prevoznik, terminali, željezničke kompanije, brodske linije, primalac.

4. ODGOVORNOST UČESNIKA U KOMBINOVANOM TRANSPORTU

Dokazano je da je vrlo komplikovano uspostaviti široko prihvatljiv i jedinstven pravni okvir za kombinovani transport. Uprkos pokušajima različitih međunarodnih organizacija, nakon pojave kontejnerske revolucije, još uvijek ne postoji jedinstven međunarodni pravni okvir koji bi regulisao odgovornost za gubitak, oštećenje ili kašnjenja koja su proizašla iz kombinovanog transporta. Godine 2002. Komisija Ujedinjenih nacija (UN) za međunarodno trgovinsko pravo (*UNCITRAL*) je počela sa izradom nacrtu instrumenta koji bi pokrивao ugovore u međunarodnom prevozu robe [4].

Istorija ozbiljnih pokušaja da se uspostavi jedinstven pravni režim koji bi upravljao odgovornošću za gubitak, oštećenje ili kašnjenje u kombinovanom transportu proteže se do tačke na kojoj kontejnerizacija postaje tehnološka realnost. Pojava kontejnerske revolucije i rast transporta po sistemu "od vrata do vrata", koji uključuje dva ili više vidova transporta, tokom kasnih pedesetih i šezdesetih godina prošlog vijeka stvorio je nove izazove u pravnoj oblasti.

Primjena različitih nacionalnih zakona i međunarodnih unimodalnih konvencija u različitim dijelovima kombinovanog transporta, rezultirala je neizvjesnošću u primjeni zakona koji regulišu međunarodni prevoz robe od „vrata do vrata“.

Međunarodne unimodalne konvencije koje se primjenjuju u različitim dijelovima kombinovanog transporta nisu bile dovoljne za rješavanje složenih pitanja koja se pojavljuju u kombinovanom transportu. Naime, svaki pravni režim reguliše samo jedan segment u kombinovanom prevozu i predviđa sopstvena, često uzajamno različita pravila u

cilju sprovođenja ključnih pitanja kao što su: odgovornost, ograničenje odgovornosti itd.

I pored višedecenijskih pokušaja da se stanje u ovoj oblasti popravi, do današnjeg dana se u tome nije uspjelo, uprkos donetim mnogobrojnim konvencijama, što je trebalo da doprinese rešenju ovoga problema. Najnoviji pokušaj su Roterdamska konvencija, potpisana 2009. godine sa ciljem stvaranja boljeg i savremenijeg rješenja za kombinovani transport 21. vijeka. Napisana je u vrijeme kada se poslovanje u ovoj oblasti izmijenilo i unaprijedilo, pa Roterdamska pravila uvode veliki broj novih pojmova koji u dosadašnjim konvencijama nisu bili definisani. Ova konvencija je pored prevoza morem uključila prevoz drugim vidovima transporta *što je ukazalo na veliki pomak*. Kao i sve prethodne konvencije, i ova konvencija je naišla na niz pohvala ali i osuda. Veliki broj država je izrazio podršku i potpisao konvenciju, a među njima su i velike pomorske zemlje: Sjedinjene Američke Države, Francuska, Španija. Sa druge strane, Kina, Finska, Švedska spadaju u zemlje koje je nisu potpisale. I pored toga što su je neke zemlje potpisale, do oktobra 2010. godine nijedna država je nije ratifikovala, pa samim tim sudbina ove Konvencije ostaje neizvjesna.

Na kraju se može zaključiti da je multimodalnom transportu hitno potreban jedinstven, transparentan i predvidiv pravni okvir, kojim bi se izbjegle složene i skupe istrage u identifikovanju modalne faze u kojoj se javlja gubitak, ili važeća pravila odgovornosti. To naravno, nije u skladu sa konceptom mrežnog sistema, koji ima ozbiljne pobornike u transportnoj industriji. Do vremena iznalaženja dogovora po ovom pitanju, koji će odgovoriti na izazove multimodalnog transporta 21. vijeka, multimodalna saga se nastavlja.

5. OSIGURANJE ROBE U KOMBINOVANOM TRANSPORTU

5.1. Uvodna razmatranja

Osiguravajuće kuće su institucije koje nadoknađuju štete nastale u društvu, njegovoj privredi ili kod ljudi, usljed dejstva rušilačkih prirodnih sila ili nesrećnih slučajeva [5]. Osiguranje, u stvari, pruža ekonomsku zaštitu osiguranicima (pravnim i fizičkim licima) od štetnih dejstava i ekonomskih poremećaja do kojih dolazi kada nastane osigurani slučaj, odnosno kada se ostvari rizik u svim fazama društvene reprodukcije, ili u svakodnevnom životu ljudi.

5.2. Značaj definisanja odgovornosti u kombinovanom transportu za razvoj transportnog osiguranja

Kada se osiguranje posmatra sa ekonomskog aspekta, transportno osiguranje spada među najsloženije, a ujedno je i jedna od najvažnijih grana djelatnosti iz oblasti osiguranja. Za vrijeme transporta imovina (tu se podrazumijeva prevozno sredstvo i roba) je u neprekidnoj opasnosti, izložena je raznim vrstama rizika od prirodnih sila, tehničkih nedostataka ili mana, pa do ljudskih grešaka koje su produkt neznanja, nemarnosti, nehata i sl. Zbog svoje specifičnosti, transportno osiguranje je vjeran pratilac robnog prometa, odnosno spoljne trgovine, bilo da se radi o uvozu, ili izvozu robe i usluga. Transportno

osiguranje je oblast osiguranja koju čine osiguranje prevoznih sredstava, osiguranje robe u transportu, osiguranje od odgovornosti vozara i osiguranje drugih interesa koji se pojavljuju u transportu. Kao i sve vrste imovinskog osiguranja, transportna osiguranja imaju obeštećujući karakter, sa svim posljedicama koje iz toga proizilaze [5]. Mehanizam primene transportnog osiguranja podrazumeva, između ostalog, tačno definisanje odgovornosti subjekata u transportu. Stoga, pitanje utvrđivanja odgovornosti u kombinovanom transportu omogućava ne samo bržu i lakšu nadoknadu štete imaocu prava nad robom, već je važno i sa aspekta razvoja primene transportnog osiguranja u kombinovanom transportu.

6. ZAVRŠNA RAZMATRANJA

Vrijeme u kome živimo dovelo je do naglog razvoja robnoga transporta, što zahtjeva dobro razvijenu i efikasnu transportnu mrežu. Savremena iskustva ukazuju da se veća efikasnost, smanjenje troškova prevoza, smanjenje zagađenja i druge prednosti u realizaciji transportnih lanaca mogu postići kombinovanjem više vidova transporta.

Da bi se ti efekti postigli, neophodno je osim tehničkih, rešiti i druge povezane probleme. U pitanja koja ni danas nisu uspešno rešena, čak i posle niza pokušaja, spada aspekt odgovornosti za oštećenje, gubitak ili kašnjenje robe u međunarodnom kombinovanom transportu. Prvi pokušaj rešavanja ovog problema datira još od 1930. godine, a zatim sledi niz raznih međunarodnih konvencija koje su donosile razne organizacije.

Međutim, nijedna od tih konvencija nije uspjela da dobije podršku većine država i da stupi na snagu.

Neke su prihvaćene od strane većeg broja država i primenjuju se u kombinovanom transportu na njihovoj teritoriji.

Sa druge strane, svaka država na svojoj teritoriji primenjuje svoje nacionalne zakone i pravila koja se primenjuju u ovoj oblasti i oni nisu nužno uzajamno usklađeni.

Problem se javlja pri nastajanju štetnog događaja, jer se postavlja pitanje po kojim zakonima i pravilima (nacionalnim ili međunarodnim) treba postupati. U današnje vrijeme, kada saobraćaj svakim danom postaje sve kompleksniji i složeniji kombinovanjem više vrsta prevoza od proizvođača do krajnjeg potrošača, vrlo je važno da područje odgovornosti bude jasno definisano i zakonski uređeno.

Konvencija koja je danas najviše zastupljena u ovoj oblasti i koje se najviše zemalja pridržava je Konvencija Ujedinjenih Nacija iz 1980. godine, poznata kao MT – Konvencija. Međutim, s obzirom da je i nju prihvatilo samo jedanaest zemalja od potrebnih trideset ni ona nema snagu zakona koji bi se primenjivao u ovoj oblasti. Nakon MT – Konvencije, pojavila su se Roterdamska pravila 2009. godine sa ciljem da zamjene Haška pravila i donesu jedinstven sistem odgovornosti kojega bi se pridržavale sve zemlje. Međutim, do sada Roterdamska pravila su dobila podršku od velikih pomorskih sila ali nijedna od tih zemalja ih nije ratifikovala, samim tim nisu stupila na snagu. Sistem odgovornosti Roterdamskih pravila se zasniva na proširenju pomorskog režima odgovornosti na kopno „pomorski plus“ režim. Takav pristup ima svoje pristalice ali i protivnike, što se vidi iz činjenice da Roterdamska pravila nisu prikupila potreban broj ratifikacija, te samim tim nisu stupila na snagu. Do današnjeg dana ne postoji jedinstven sistem odgovornosti u kombinovanom transportu, jer nijedan dosadašnji pokušaj da se riješi ovaj problem nije urodio plodom.

7. LITERATURA

[1] Internet stranica:

www.scribd.com/doc/21148561/skripta-integralni-transport

[2] Internet stranica:

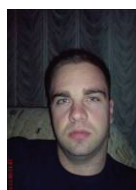
www.sh.wikipedia.org/wiki/Integralni_transport

[3] Višća, N.: Seminarski rad: „Evropski koncept i intermodalizam u transportu, zajednički ciljevi, problemi i perspektive“, Univerzitet u sarajevu, fakultet za saobraćaj i komunikacije, Sarajevo, 2009.

[4] Faghfour, M.: „International regulation of liability for multimodal transport-In search of uniformity“ WM.U Journal of Maritime Affairs, 2006, Vol. 5, NO.1, 95-114

[5] Marović, B.: „Osiguranje i špedicija“, Izdavač: NONPAREJ Novi Sad, Drsge Spasić 2, Novi Sad, 1994.

Kratka biografija:



Dragan Zvezdalo rođen je u Prnjavoru 1983. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Logistika i multimodalni transport odbranio je 2014.god

УТИЦАЈ ПСИХОАКТИВНИХ СУПСТАНЦИ НА РИЗИК У САОБРАЋАЈУ THE INFLUENCE OF PSYCHOACTIVE SUBSTANCES ON THE TRAFFIC RISK

Адријана Медић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – САОБРАЋАЈ

Кратак садржај – Предмет рада јесте утицај психоактивних супстанци на способност за управљање возилом, које још увек није довољно испитано јер се поуздано не зна колико возача је под дејством психоактивних супстанци за време вожње. Многобројни фактори могу изазвати краткотрјне промене у психофизичком стању организма које за последицу има погрешну реакцију. Ове пролазне промене су својеврсна дезорганизација различитих психофизичких функција које могу настати због утицаја умора, алкохола, дрога, болести, лекова и разних других дестимулативних фактора.

Abstract – *The paper is the influence of psychoactive substances on the ability to drive, which is still not fully investigated because it is unclear how the driver was under the influence of psychoactive substances during the driving. The numerous factors can cause changes in mental and physical condition of the body resulting in a mistake reaction. These transient changes are kind of disorganization different psychophysical functions that may arise due to the effects of fatigue, alcohol, drugs, diseases, drugs and various other disincentives.*

Кључне речи: *Безбедност саобраћаја, понашање, психоактивне супстанце.*

1. УВОД

Циљ рада је процена ризика вожње под дејством психоактивних супстанци, које се може сврстати у један од недовољно познатих, занемарених и потцењених проблема у Србији, а која драстично угрожава безбедност саобраћаја.

Иако је употреба психоактивних супстанци повезана са вршењем других асоцијалних понашања за безбедност саобраћаја је значајна и због последица које изазива на психофизичке способности за управљање возилом.

Од многобројних психоактивних супстанци све већи значај имају опојне дроге којих има више врста па је и њихов утицај различит.

Највећи број ових супстанци изазива тромост, поспаност, некритичност, успорено реаговање, несигурност покрета, слабљење пажње и друге промене које представљају хендикеп за успешно управљање возилом у саобраћају.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Драган Јовановић, ванр. проф.

2. УТИЦАЈ ПСИХОАКТИВНИХ СУПСТАНЦИ НА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА

У 2001. години, близу 54.000 учесника у саобраћају страдало је у саобраћајним широм Европске уније. Како би смањила број саобраћајних незгода, Европска комисија одредила је безбедносне мере на путу (Commission of the European Communities, 2001.). Циљ за 2010. годину постављен је на 27.000: односно, на 50% мање погинулих у Европи, у поређењу с 2001. годином. До краја 2010., укупан број погинулих свео се на скоро 31.000, што указује на смањење од 43%. Упркос чињеници да се број погинулих није смањило за 50%, нове амбициозне безбедносне мере донете су за период од 2011-2020., што опет укључује смањење погинулих за 50% у току тих 10 година. Циљ је да 2020. године, уз помоћ безбедносних мера на путу, број погинулих износи највише 15.500 (European Commission, 2010.).

У студијама о безбедности у саобраћају као опасни догађаји обично се описују незгоде или повреде. Познато је да неколико чинилаца доприноси ризику од озбиљних или чак смртоносних повреда у саобраћајним незгодама. Треба поменути факторе који се тичу возача, а то су употреба психоактивних супстанци, поспаност, употреба појаса, и неприлагођена брзина (Dissanayake and Lu, 2002; Kim et al., 1995; Peden et al., 2004; Tefft, 2010).

Фокус рада искључиво је на опасности од повреда насталих коришћењем психоактивних супстанци у саобраћају. Употреба психоактивних супстанци може утицати на ризик на више начина. Најпре, психоактивне супстанце могу да утичу на стање ума возача. Уживаоци екстазија, рецимо, показују импулсивније и немарније понашање, које резултује неприлагођеном брзином и игнорисањем црвених светала (Brookhuis et al., 2004; Morgan, 1998; Schifano, 1995). Дејство психоактивних супстанци на „мозак“ такође узрокује негативан утицај на возачке способности, попут способности да се остане у одговарајућој траци, и време реаговања, што може резултовати већим ризиком од саобраћајних незгода, а самим тим и већим ризиком од повреда (Hargutt et al., 2011; Ramaekers et al., 2004). Затим, возачи под утицајем дрога и алкохола ређе користе појас од трезних возача, што узрокује релативно озбиљније повреде (Andersen et al., 1990; Desapriya et al., 2006; Isalberti et al., 2011; Li et al., 1999). Коначно, претпоставља се да лоше здравствено стање уживалаца тешких дрога и алкохола повећава вероватноћу озбиљних повреда у зависности од здравља возача (Shepherd and Brickley, 1996). Иако су многе студије показале повећани ризик од повреда услед коришћења психоактивних супстанци (EMCDDA3, 2008; Kelly et

al., 2004; Krüger et al., 2008, OECD, 2010; Walsh et al., 2004), директна веза између озбиљности повреда и њиховог коришћења нешто је што се још увек разматра. Ризик од незгоде у возњи под утицајем психоактивних супстанци обично се процењује одређивањем релативног ризика (Houwling et al., 2012). Релативни ризик описује опасности од незгоде или повреде у вези с употребом психоактивних супстанци.

3. ИСТРЖИВАЊА УТИЦАЈА ПСИХОАКТИВНИХ СУПСТАНЦИ НА РИЗИК У САОБРАЋАЈУ

Рад има за циљ да допринесе тренутном знању о томе како да пројектујете студије „случај-контрола”, које се користе за процену релативног ризика возње под утицајем психоактивних супстанци. Резултати ће пружити увид у начин како да се обезбеди најбоља процена ризика возње под дејством психоактивних супстанци (ДПИ).

За постизање главног циља, рад све време проучава следећа истраживачка питања:

- Које су могуће методе за процењивање ризика од возње под дејством психоактивних супстанци?
- Који је најпожељнији дизајн „случај-контрола”, и који се дизајн најчешће користи у пракси?
- Шта је преваленција психоактивних супстанци међу озбиљно повређеним возачима?
- Који је ефекат случајних и системских грешака на односе вероватноће студија „случај-контрола”?

Док су бројне студије процењивале ризик од саобраћајних незгода у возњи под утицајем алкохола, и исходи различитих студија били генерално компатибилни, само је ограничен број студија процењивао ризик возње под утицајем наркотика и лекова, и с потпуно различитим исходима.

Теоретски најсолиднији дизајн студије за процену ризика који се помиње у литератури, јесте студија „случај-контрола” (Howe and Choi, 1983; Shadis et al., 2002). Студија „случај-контрола” представља дизајн епидемиолошке студије која упоређује употребу наркотика међу возачима учесницима саобраћајних незгода на путевима и возачима који нису у њима учествовали. Међутим, студије „случај-контрола” су скупе и захтевају пуно времена, па се отуда обично не спроводе.

Јефтинији дизајн епидемиолошке студије јесте студија кривице. Студије кривице заправо су уклопљене (то јест уметнуте) студије „случај-контрола”, које се користе за упоређивање стопе кривице возача учесника у саобраћајним незгодама који су позитивни на наркотике.

Други алтернативни дизајн студије јесте фармакоепидемиолошка студија, која пореди стопе саобраћајних незгода конзумента лекова, с онима који их не узимају. У ту сврху, информације из фармаколошких извештаја или базе података здравственог осигурања повезују се с извештајима о саобраћајним незгодама.

Поред епидемиолошких студија, експерименталне студије користе се за одређивање ризика удруженог с

вожњом под утицајем психоактивних супстанци. Експерименталне студије примењују се за процену могућег нарушавања различитих вештина и способности, које се односе на возњу (Brookhuis et al., 2003). Данас те експерименталне студије генерално обухватају давање наркотика волонтерским субјектима, а затим мерење њихових перформанси у симулаторима возње, на затвореним правцима, или у ситуацијама на путу у стварном саобраћају (Ramaekers et al., 2004).

Године 2010. истраживачима на пољу возње под утицајем психоактивних супстанци послат је упитник. У том су упитнику стручњаци из ове области упитани за свој најомиљенији дизајн студије која одређује ризик од возње под утицајем психоактивних супстанци.

Табела 1. Сличност студија „случај-контрола” префериран дизајн; Н=број одговора искључујући недостајуће вредности и опције типа „Не знам”.

Теоретски префериран дизајн студија „случај-контрола”				
	Н	Преовлађујући одговор	Сличност	
Студијска популација	19	Возачи моторних возила	79%	
Метод прикупљања, случајеви	19	Крв	100%	
Метод прикупљања, контроле	19	Крв	100%	
Гранични ниво	17	Најнижи ниво квантификације	53%	
Врста повреде	17	Озбиљна повреда	35%	
Супстанца и/или метаболит	16	Родитељска супстанца и метаболит	75%	
Време између незгоде и узорковања	19	Забележено	95%	
Медикација пре узорковања	19	Забележена	100%	
Контр. узорковање типа пута	19	Магистрални и аутопутеви	74%	
Поремећајни фактори	16	Старосна доб и пол	94%	
Више наркотика	19	Засебне групе	89%	
Референтна група за однос вероватноће	19	Негативна на све супстанце	74%	
			Просечна стопа	81%

Испоставило се да постоји значајан консензус у погледу њиховог преферираног студијског дизајна у хипотетичкој ситуацији у којој нема никаквих финансијских, правних нити практичних ограничења. За осам од дванаест ставки студијског дизајна, које су биле укључене у упитник, удео идентичних одговора премашио је унапред дефинисану границу од 75%. Једине ставке које су показале мањи удео слагања тичале су се примењеног граничног нивоа (53%), врсте повреде (35%), типа путева (74%) и референтне групе за возаче позитивне на наркотике (74%). Табела 1 показује како би изгледао најпожељнији дизајн студије

„случај-контрола”, на основу преовлађујућих одговора у упитнику.

Ипак, из практичних, правних и финансијских разлога, многи истраживачи били су приморани да одступе од свог омиљеног студијског дизајна. Табела 2 нуди преглед ставки студијског дизајна, које су најчешће коришћене у пракси унутар студија „случај-контрола”.

Табела 2. Сличност студија „случај-контрола” у пракси; Н=број одговора изузимајући недостајуће вредности и опције типа „Не знам”.

Дизајн студија „случај-контрола” у пракси			
	Н	Преовлађујући одговор	Сличност
Студијска популација	18	Возачи моторних возила или возачи	39%
Метод прикупљања, случајеви	18	Крв	89%
Метод прикупљања, контроле	17	Пљувачка	53%
Гранични ниво	17	Најнижи ниво квантификације	88%
Врста повреде	16	Озбиљна повреда	31%
Супстанца и/или метаболит	7	Родитељска супстанца и метаболит	57%
Време између незгоде и узорковања	18	Забележено	78%
Медикација пре узорковања	18	Забележена	94%
Контр. узорковање типа пута	18	Сви путеви	72%
Поремећајни фактори	15	Старосна доб и пол	100%
Више наркотика	16	Засебне групе	94%
Референтна група за однос вероватноће	12	Негативна на све супстанце	67%
		Просечна стопа сличности	72%

Између марта 2008. и априла 2010. године, спроведена је студија о присуству алкохола и других наркотика код повређених возача примљених на одељења за хитне случајеве у три болнице у Холандији.

Резултати су показали да је у холандији скоро 35% озбиљно повређених возача било позитивно на једну или више психоактивних супстанци. Алкохол је био најзаступљенија супстанца. Око 28% повређених возача у Холандији били су позитивни на алкохол изнад законске границе (0,5 g/l), а приближно 18% БАЦ-а било је више од 1,3 g/l.

У поређењу с преваленцијом алкохола, преваленција дозвољених и недозвољених наркотика била је релативно мала међу повређеним возачима. Самостална употреба психоактивних супстанци изузев алкохола једва да је пронађена у холандском

болничком истраживању, и кретала се од 0 до 1,1% по супстанци. Преваленција комбинација дрога-дрога међу повређеним возачима такође се показало да је ниска, са свега 0,5%, док је преваленција комбинација алкохол-дрога била релативно виша (4,3%).

Резултати преваленције психоактивних супстанци у саобраћају и преваленције међу повређеним возачима, могу се користити за процену релативног ризика вожње под утицајем психоактивних супстанци. Поређењем односа повређених возача позитивних на наркотике с односом на возаче позитивне на наркотике међу општом возачком популацијом, може се израчунати однос вероватноће.

Резултати студија „случај-контрола“ о ризику вожње под утицајем психоактивних супстанци показују велике варијације између израчунатих односа вероватноће.

Овај проблем је препознат у контролним студијама и често се повезује с разликама у студијском дизајну и с ефектом случајних и системских грешака. Раздвајање ефекта разлика у студијском дизајну од ефекта грешака је ипак тешко, и једино могуће ако се пореде студије које су спроведене коришћењем истог дизајна.

4. ДИСКУСИЈА

Студије „случај-контрола” имају своје добре стране, али и своје мане. Методологију је тешко имплементирати и има много извора потенцијалне једностраности која би могла да утиче на валидност резултата истраживања.

Поврх тога, могу искрснути етичка питања, посебно приликом прикупљања узорака телесних течности код припадника контролне групе. Стога се студије „случај-контрола” не користе уобичајено као метода процене ризика вожње под утицајем психоактивних супстанци, које не обухватају алкохол.

Недостатак упоредивих студија „случај-контрола” не значи да не постоје никакве процене ризика за вожњу под утицајем психоактивних супстанци, с изузетком алкохола. Уместо сложених и скувих студија „случај-контрола”, ризик од вожње под наркотицима такође се мери кроз студије кривике, у којима се возачи неуплетени у саобраћајне незгоде бирају у контролну групу. Ове студије такође су познате као унакрсне студије случаја.

Штавише, фармакоепидемиолошке студије користе се за одређивање фактора ризика лекова на терапеутској основи. У тим истраживањима, особе које користе преписане лекове или за које се зна да пате од неке болести упоређују се с возачима укљученим у саобраћајне незгоде.

Напоследку, резултати експерименталних студија такође се користе у процени ризика. У ту сврху оштећења настала због примењене дозе наркотика или лекова пореде се с оштећењима које изазива алкохол на различитим нивоима БАЦ-а. Ако је фактор оштећења упоредив, онда се сматра да је фактор ризика исти као онај код одговарајућег нивоа алкохола у крви.

5. ЗАКЉУЧАК

Вожња под утицајем психоактивних супстанци сматра се једним од водећих узрока саобраћајних незгода са смртним исходом. У протеклим деценијама обављено је много истраживања за процену ризика вожње под утицајем алкохола. Међутим, студије које су процењивале ризик вожње под утицајем психоактивних супстанци изузимајући алкохол мање су заступљене. Неки истраживачи наводе да је оптимални студијски дизајн за проучавање ризика вожње под утицајем психоактивних супстанци студија „случај-контрола“. Ова студија представља дизајн епидемиолошке студије у којем се употреба психоактивне супстанце пореди међу возачима који су учествовали у саобраћајним незгодама и возачима у саобраћају који нису учествовали у незгодама. За обе групе возача израчунава се вероватноћа коришћења супстанце. Ове вероватноће деле се једна другом ради генерисања односа вероватноће, који се може користити за процену релативног ризика.

Овај рад тежи доприношењу садашњим сазнањима о томе како одредити најбољу процену ризика од повреда у вожњи под утицајем психоактивних супстанци.

У Европи нови закони о вожњи под утицајем наркотика уведени су у фебруару 2012. у Норвешкој (Vindenes et al., 2012). У Холандији је нови закон о вожњи под утицајем наркотика предвиђен за 2013. Ово су прве државе које су користиле резултате ДРУИД пројекта у својим законима о вожњи под утицајем наркотика. Предложени холандски закон покрива пет различитих типова супстанци: амфетамине (амфетамин, метамфетамин, МДА, МДМА и МДЕА), кокаин, ТХЦ (канабис) и ГХБ. За ове супстанце оштећење које је у вези с лимитима по себи за концентрације, одређено је од стране групе стручњака. Ове границе концентрација указују на то да када се једном премаше, возачке способности бивају нарушене на такав начин да се од возача више не може очекивати да ће возити безбедно. Штавише, предложени закони о вожњи под утицајем наркотика обавезују возаче да сарађују у тестирању оралне течности и психомоторних функција. Ако се сумња да возач управља возилом под дејством наркотика, узме му се узорак крви за одређивање да ли су законске границе премашене или не.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Andersen, J.A., McLellan, B.A., Pagliarello, G. & Nelson, W.R. (1990). The relative influence of alcohol and seatbelt usage on severity of injury from motor vehicle crashes. *Journal of Trauma*, 30(4), 415-417.
- [2] Brookhuis, K.A., De Waard, D. & Samyn, N. (2004). Effects of MDMA (ecstasy), and multiple drug use on (simulated) driving performance and traffic safety. *Psychopharmacology*, 173, 440-445.
- [3] Desapriya, E., Pike, I. & Raina, P. (2006). Severity of alcohol-related motor vehicle crashes in British Columbia: case-control study. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 13(2), 89-94.
- [4] Dissanayake, S. & Lu, J.J. (2002). Factors influential in making an injury severity difference to older drivers

involved in fixed object-passenger car crashes. *Accident Analysis & Prevention*, 34(5), 609-618.

[5] Hargutt, V., Krüger, H.-P. & Knoche, A. (2011). *Driving under the influence of alcohol, illicit drugs and medicines: Risk estimations from different methodological approaches: DRUID DRIVING Under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines*. D1.3.1 Available from <http://www.druid-project.eu/>.

[6] Isalberti, C., Van der Linden, T., Legrand, S.-A., Verstraete, A., Bernhoft, I.M., Hels, T., Olesen, M.N., Houwing, S., Houtenbos, M. & Mathijssen, R. (2011). *Prevalence of alcohol and other psychoactive substances in injured and killed drivers: DRUID Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines*, D2.2.5. Available from <http://www.druid-project.eu/>.

[7] Kim, K., Nitz, L., Richardson, J. & Li, L. (1995). Personal and behavioral predictors of automobile crash and injury severity. *Accident Analysis & Prevention*, 27(4), 469-481.

[8] Li, L., Kim, K. & Nitz, L. (1999). Predictors of safety belt use among crash-involved drivers and front seat passengers: adjusting for over-reporting. *Accident Analysis & Prevention*, 31(6), 631-638.

[9] Morgan, M.J. (1998). Recreational use of "Ecstasy" (MDMA) is associated with elevated impulsivity. *Neuropsychopharmacology* 19(4), 252-264.

Peden, M., Scurfield, R., Sleet, D., Mohan, D., Hyder, A.A., Jarawan, E. & Mathers, C. (2004). *World report on road traffic injury prevention*. Geneva: WHO World Health Organization.

[10] Ramaekers, J.G., Berghaus, G., Van Laar, M. & Drummer, O.H. (2004). Dose related risk of motor vehicle crashes after cannabis use. *Drug and Alcohol Dependence*, 73(2), 109-119.

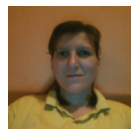
[11] Schifano, F. (1995). Dangerous driving and MDMA ('Ecstasy') abuse. *Journal of Serotonin Research*, 2(1), 53-57.

[12] Shepherd, J. & Brickley, M. (1996). The relationship between alcohol intoxication, stressors and injury in urban violence. *British Journal of Criminology*, 36(4), 546-566.

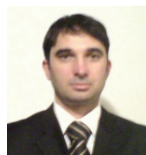
[13] Tefft, B.C. (2010). *The prevalence and impact of drowsy driving*. Washington D.C.: AAA Foundation for Traffic Safety.

[14] Vindenes, V., Jordbru, D., Knapskog, A.B., Kvan, E., Mathisrud, G., Slørdal, L. & Mørland, J. (2012). Impairment based legislative limits for driving under the influence of nonalcohol drugs in Norway. *Forensic Science International*, 219(1-3), 1-11.

Кратка биографија:



Адријана Медић рођена је у Травнику 1980. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај – Друмски саобраћај одбранила је 2014. год.



Драган Јовановић рођен је у Зрењанину 1974. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2011. је у звању венредни професор. Област интересовања је безбедност саобраћаја.

**ANALIZA BEZBEDNOSTI SAOBRAĆAJA KORIŠĆENJEM DEMOGRAFSKIH
PODATAKA****ANALYSIS OF TRAFFIC SAFETY USING DEMOGRAPHIC DATA**Dušan Kulaš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – Razvoj bezbednosti saobraćaja se može opisati razvojem pređenog rastojanja i razvojem saobraćajnog rizika. Korišćenje demografskih podataka i pređeno rastojanje po glavi stanovnika može pomoći da se proceni stvarno pređeno rastojanje, ako se stalna ili logaritamsko-linearna vremenska zavisnost od promena pređenog rastojanja po glavi stanovnika može pretpostaviti.

Abstract – The development of traffic safety can be described by the development of distance traveled and the development of the transport risk. Using demographic data, and distance traveled per capita may help to assess the actual distance traveled, if permanent or log-linear time dependence of the changes of distance traveled per capita can be assumed.

Ključne reči: Bezbednost saobraćaja, rizik, demografski podaci.

1. UVOD

Razvoj bezbednosti saobraćaja se može opisati razvojem pređenog rastojanja i razvojem saobraćajnog rizika. Ovde je rizik definisan kao broj nezgoda ili smrtnih slučajeva po pređenom rastojanju (COST, 2004., Broughton, 2012). Rizik se ne posmatra direktno.

Umesto toga, vremenske serije u broju žrtava i pređenom rastojanju su potrebne kako bi se izračunao rizik i analizirao njegov razvoj.

Opšte je poznato da različiti režimi saobraćaja nose različite rizike (Elvik and Bjørnskau 2005, Stipdonk and Berends, 2008). Drugi faktori kao što su starost i pol vozača, ili doba dana putovanja, takođe utiču na rizik (Mesi et al., 1997, Kam, 2003).

Poznato je, na primer, da su mladi i neiskusni vozači automobila izloženi riziku učešća u saobraćajnim nezgodama od iskusnijih vozača (McCartt et al., 2009), dok stariji vozači takođe imaju visok stepen rizika u saobraćaju (Davidse, 2007).

U principu, povrh toga, muškarci takođe imaju viši stepen rizika od ženskih vozača (Laapotti and Keskinen, 2004, Lenroot et al., 2007, Vlakveld, 2011), (Van den Bossche, 2006, Van den Bossche et al., 2007). Dakle, kada su vremenske serije podataka o saobraćajnim nezgodama na putevima istražene, stratifikovana analiza rizika je važna. U radu su date mogućnosti analize bezbednosti saobraćaja primenom pojedinih demografskih podataka.

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Jovanović, vanr. prof.

2. TEORIJSKA OSNOVA

U ovoj oblasti ćemo opisati odnos između relevantnih veličina, kao što su broj žrtava $N_{a,g,m}(t)$, pređeno rastojanje $T_{a,g,m}(t)$, broj stanovnika $P_{a,g}(t)$, pređeno rastojanje po glavi stanovnika $\tau_{a,g,m}(t)$ i rizik $r_{a,g,m}(t)$. Sve ove veličine su date u funkciji vremena t , po godinama, i za određenu starost (ili starosnu grupu) „a”, pol „g” i režim putovanja „m”. $T(t)$ može da se napiše kao:

$$T_{a,g,m}(t) = \tau_{a,g,m}(t) \cdot P_{a,g}(t), \quad (1)$$

Dakle, razvoj pređenog rastojanja $T_{a,g,m}(t)$ ili odgovara promena u pređenom rastojanju $\tau_{a,g,m}(t)$, ili promenama u veličini stanovništva $P_{a,g}(t)$, (ili obe promene).

Jednačina 1 može da se koristi za utvrđivanje predviđanja T , u slučaju da ne postoje posvećeni modeli dostupni za dobijanje prognoze korišćenjem parametara o ponašanju učesnika u saobraćaju (Nikolson and Vong, 1993). Prognoze za T , posebno ako su stratifikovane po a , g i m , mogu da budu kompleksne, kao i za mnoge strane zemlje, $P_{a,g}(t)$ izgleda da je u izvesnoj meri nepredvidiva, ali poznata funkcija vremena. Međutim, u slučaju da je $\tau_{a,g,m}(t)$ uniformna funkcija vremena, prognoze za $T_{a,g,m}(t)$ predviđanjem $\tau_{a,g,m}(t)$ i primenom poznate informacije o $P_{a,g}(t)$, su neposredne.

Podaci istraživanja o pređenom rastojanju su često svrstani u (starosne) grupe, kako bi se sprovele prosečne statističke fluktuacije na malim grupama. Kao posledica toga, razlike u pređenom rastojanju unutar grupe ostaju bez nadzora, što ukazuje uniformna vrednost koja ne mora da važi. Alternativa ovom svrstavanju je uravnoteženje. Kada je $\tau_{a,g,m}$ ujednačeno u odnosu na godine starosti, odnosno $\tau_{a,g,m}$ polako varira sa različitim varijacijama godina starosti, podaci istraživanja stratifikovani po starosti ili starosnim grupama mogu da se obrađuju metodom ravnjanja. Uravnoteženje $\tau_{a,g,m}(t)$ u skladu sa t i a može da dovede do realnije procene $\tau_{a,g,m}(t)$. Dakle, uravnoteženje kroz godine starosti je moguća alternativa svrstavanju.

Kada su prognoze o broju žrtava predviđene za procenu, opšti metod je da se rizik (r) pretpostavi kao logaritamsko linearna funkcija vremena (t), a za pređeno rastojanje da se primene odvojene prognoze, koje mogu, a i ne moraju biti bazirane na logaritamsko linearnoj prognozi (Bijleveld et al., 2008). Stoga, ako je $r(t)$ logaritamsko linearna funkcija, to znači da je $\log(r(t))$ linearan. Sada, broj žrtava $N_{a,g,m}$, se izražava kao:

$$N_{a,g,m}(t) = \tau_{a,g,m}(t) \cdot P_{a,g}(t) \cdot r_{a,g,m}(t) \quad (2)$$

onda, ako se r i τ mogu aproksimirati logaritamsko linearnom funkcijom vremena, proizvod r i τ je takođe logaritamsko linearna funkcija vremena: ako je

$$r(t) = e^{at+b} \quad i \quad \tau(t) = e^{ct+d}, \quad (3)$$

onda je

$$r(t) \cdot \tau(t) = e^{(a+c)t+(b+d)} \quad (4)$$

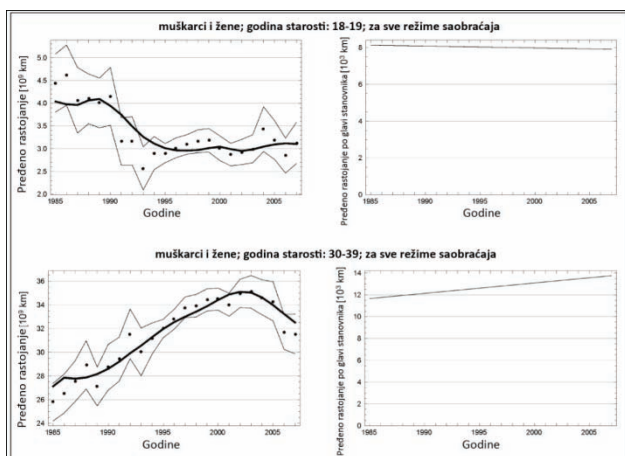
Dakle, primena poznatih demografskih podataka (koje obično nisu logaritamsko linearne funkcije po vremenu, zbog neregularnog kretanja nataliteta), pojednostavljuje prognozu za N . U tom slučaju, stopa N/P (tj. smrtnost ako je N jednak broj poginulih, ili invaliditet ako je N jednak broju povređenih) će biti eksponencijalna funkcija vremena t .

3. REZULTATI

3.1. Model pređenog rastojanja po starosnoj grupi

Godišnje pređeno rastojanje po glavi stanovnika za vozače od 18-19 godina starosti je bilo približno stalno u posmatranom periodu. Za grupu 30-39 godina starosti, godišnje pređeno rastojanje po glavi stanovnika se povećava u posmatranom periodu. Ipak, za ovu starosnu grupu ukupno godišnje pređeno rastojanje se na početku povećava, da bi kasnije usledio pad nakon 2002. godine, što odgovara promenjenoj veličini populacije. Rezultati pokazuju da je, za svaku starosnu grupu, posmatrano godišnje pređeno rastojanje svih korisnika puta prilično dobro opisano pomoću produkta stvarne godišnje veličine populacije i utvrđenog godišnjeg pređenog rastojanja stratifikovanog prema starosnoj grupi.

Slika 1. pokazuje rezultat ukupnog pređenog rastojanja i pređenog rastojanja po glavi stanovnika za ove grupe.



Slika 1. Godišnje pređeno rastojanje za sve muške i ženske stanovnike za dve starosne grupe, podaci i model.

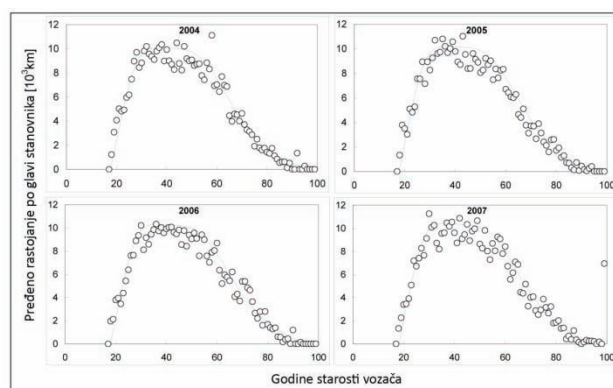
3.2. Model pređenog rastojanja po godinama starosti

Model pređenog rastojanja je optimalan za podatke između 1985. i 1993. godine, korišćenjem kaznenih koeficijenata prethodnog modela. Model je ekstrapoliran za period od 2004. do 2007. godine, i rezultati su upoređeni sa anketnim podacima za ove godine.

Slika 2. ukazuje da model daje stvarne anketne podatke u većoj meri nego 10 godina nakon vremenskog okvira

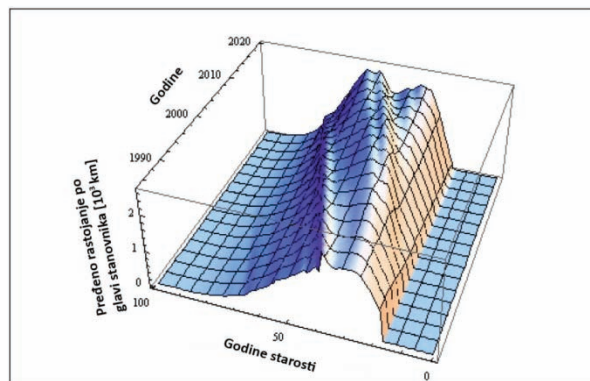
korišćenog u analizi, iako su anketni podaci u razdoblju 1985-1993. godine dostupni samo za starosne grupe vozača automobila. To sugerira dve značajne karakteristike dugoročnog razvoja pređenog rastojanja:

- za pređeno rastojanje po glavi stanovnika za vozače automobila zaista se može pretpostaviti da je funkcija ujednačena za period između 1985. i 2007. godine.
- za pređeno rastojanje po glavi stanovnika za vozače automobila se zaista može pretpostaviti da je sporo i predvidljivo promenjiva funkcija u periodu između 1985. i 2007. godine.



Slika 2. Predviđanja (linije) i originalni podaci (tačkice) pređenog rastojanja po glavi stanovnika za vozače automobila po godinama starosti u period od 2004. do 2007. godine.

Dostupnost podataka o populaciji na ovaj način nam omogućava da poboljšamo predviđanja o pređenom rastojanju, ako se za pređeno rastojanje po glavi stanovnika možemo pretpostaviti da je stalno ili da se logaritamsko-linearno menja tokom vremena. U Holandiji, Zavod za statistiku Holandije omogućava stvarna predviđanja za razvoj holandske populacije po godinama starosti. Ova predviđanja, koja prelaze 2020. godinu, zajedno sa procenama parametra primenjena na ukupni period od 1985. do 2007. godine, su korišćena da se predviđi pređeno rastojanje za vozače automobila po godinama starosti sve do 2020. godine. Ti rezultati su predstavljeni na slici 3. Slika 3. pokazuje (ukupno) utvrđeno godišnje pređeno rastojanje za vozače automobila, što se u osnovi sastoji od dve komponente:



Slika 3. Utvrđeno godišnje pređeno rastojanje (109km) za vozače automobila u funkciji njihovih godina starosti (od 0 do 100-te godine starosti, sa desno na levo) i vremena (kalendarske godine, od napred ka nazad), uključujući predviđanja do 2020. godine.

- Veličine populacije
- Promene u pređenom rastojanju po glavi stanovnika.

Analiza je pokazala da upotreba podataka o populaciji može dati bolji uvid u razvoj pređenog rastojanja po starosti, polu i režimu putovanja tokom vremena. Izgleda da je takvo stratifikovano pređeno rastojanje prilično dobro opisano veličinom populacije i sporo promenjivim logaritamsko-linearnim trendom koji opisuje pređeno rastojanje po glavi stanovnika.

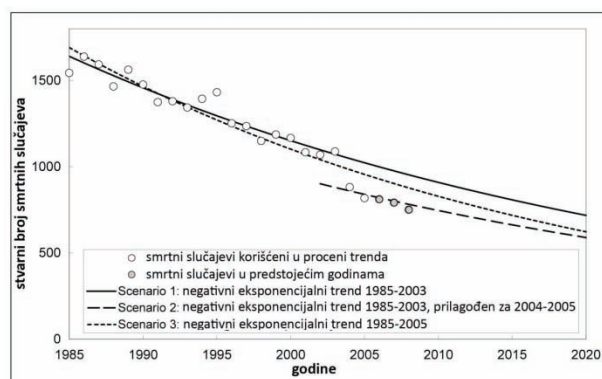
3.3. Očekivani broj poginulih

Između 2006. i 2009. godine, Wesemann i dr. (2010) je sproveo tri prognoze bezbednosti saobraćaja za Holandiju. U 2006. godini, Wesemann (2007, 2008) predviđa očekivani broj poginulih na putu i hospitalizovanih povreda za 2020. godinu, zasnivajući svoju analizu na podacima o mobilnosti i bezbednosti do 2005. godine. Imajući u vidu važnost stratifikacije, on je eksperimentisao sa tri različite stratifikacije: po saobraćajnom režimu, po starosti i po vrsti puta. Svaka metoda je davala različit broj očekivanih žrtava za 2020. godinu. Ovaj rezultat je posledica činjenice da različiti podskupovi vrsta žrtava pokazuju različite razvoje tokom vremena, što indicira da razvoj zaista nije isti. Ovaj rezultat se može videti kao nagoveštaj neophodnosti stratifikacije.

U to vreme, nedavni pad u broju smrtnih slučajeva u 2004. godini (što je iznosilo -20% upoređeno sa 2003. godinom), je komplikovao predviđanje. Wesemann je morao da odluči kako da integriše ovaj pad u svoju analizu. Analizirana su tri različita scenarija. U prvom scenariju pad se smatrao slučajnim, vremenskim padom, koji će se poništiti tokom naredne godine ili godina. U drugom scenariju pad se smatrao unikatnim i slučajnim, ali trajnim korakom naniže u inače stabilno opadajućem trendu. U trećem scenariju pad se pripisivao slučajnosti: tretiran je kao rezultat kombinacije poznatih i nepoznatih procesa, da bi se smatrao redovnim delom saobraćajnog procesa. Ovi različiti scenariji su ilustrovani na slici 4., koja pokazuje jednostavne negativne eksponencijalne trendove godišnjeg broja smrtnih slučajeva (i iz tog razloga ne korigovani za mobilnost) između 1987. i 2005. godine. Radi potpunosti podaci iz 2006-2008. godine su prikazani na slici. Slika pokazuje da je projekcija za scenario 2 optimalna za 2020. godinu, iako se za scenario 3 može očekivati da je optimalan na dugoročnom planu.

U 2008. godini, sprovedene su još dve prognoze koje koriste stratifikaciju stope žrtava prema saobraćajnom režimu. Jedna prognoza je usmerena utvrđivanju novog ambicioznog i realnog cilja za broj smrtnih slučajeva u 2010. godini (Aarts i dr., 2008), i druga je bila analiza efekata određivanja visine putarine (troškovi korišćenja puteva, Schermers and Reurings, 2009), usmerena na izračunavanje očekivanog broja smrtnih slučajeva u 2020. godini, sa i bez određivanja troškova putarine uvedene u 2012. godini. Ministarstvo razmatra mnoge različite šeme utvrđivanja cene, kao što je određivanje cene na osnovu određenih ruta (trasa), ili određivanje cene prema putevima koji vode iz većih gradova, ili tokom vršnog časa ili non-stop tokom celog dana, i u svim varijantama, da li bi one trebalo da se primenjuju samo na glavne infrastrukture ili takođe na ruralne puteve. U svim varijantama, očekuje se da određivanje troškova korišćenja puteva smanji

mobilnost tokom vršnih časova. Pod pretpostavkom da je stopa žrtava invarijantna, povećava se bezbednost na relevantnim putevima.



Slika 4. Negativni eksponencijalni trendovi godišnjeg broja nezgoda sa smrtnim ishodom (ne korigovani za mobilnost) između 1987. i 2005. godine, za tri različita scenarija koja uključuju iznenađujuće smanjenje u 2004. godini.

U ovim prognozama, izabrano je stratifikovanje prema tipu žrtve: za nezgode u kojima je učestvovalo samo jedno vozilo, tip žrtve se definiše saobraćajnim režimom žrtve; za nezgode u kojima je učestvovalo više od jednog vozila, tip žrtve se definiše prema saobraćajnom režimu žrtve i, najbitnije, prema saobraćajnom režimu drugog vozila koje je takođe učestvovalo, ali u kojoj nije bilo žrtava. Dakle, tip žrtve se definiše samo pomoću uključenih vozila. Mada druge stratifikacije (npr. po vrsti puta ili po starosti vozača), iako se i dalje smatraju važnim, još nisu primenjivane. Poučeni iskustvom, to je iz razloga jer bi u stvari sve relevantne stratifikacije trebalo sprovesti istovremeno (Wesemann, 2007, 2008), a ne odvojeno, kako je ranije urađeno od strane Wesemann-a. Kombinovane stratifikacije su zaista tehnički izvodljive kako je i pokazano kod Stipdonk-a (2008) i Van Norden-a (2009).

U Aarts i dr. (2008), analizirani su samo smrtni slučajevi, stratifikovani u nekoliko tipova žrtava ili grupa tipova žrtava. Deset tipova žrtava, od kojih svaka značajno doprinosi ukupnom broju smrtnih slučajeva, su analizirani odvojeno, prateći ranije opisan pristup. Preostali tipovi žrtava su grupisani sa istim dominantnim saobraćajnim režimom za koje je bila dostupna prognoza podataka o mobilnosti (putnički automobil, kombi, motocikl, teretno vozilo, moped). Za smrtno slučajevima među tipovima žrtava koje nisu mogle biti povezane ni sa jednim dominantnim saobraćajnim režimom, kao što su bicikl-autobus ili pešak – bicikl, stopa žrtava se nije mogla analizirati. Umesto toga, za ovu grupu je projektovan ukupan broj smrtnih slučajeva. Kako prosečni godišnji broj smrtnih slučajeva iznosi 117, koji je bio približno stalan više od 30 godina, ovaj broj je zadržan kao stalan i u prognozi. Ovo je bila jedina grupa za koju je analiziran broj žrtava umesto stope žrtava. Stoga, broj smrtnih slučajeva se smatrao nezavisnim od promena u mobilnosti. Za sve druge vrste žrtava ili grupe utvrđen je negativni eksponencijalni trend. Sličan pristup su pratili Maier i Ahrens (2009).

Schermers i Reurings (2009) su preuredili primenjenu metodu. Ovo je bilo neophodno jer je Holandsko Ministarstvo Saobraćaja zahtevalo da se napravi razdvajanje među različitim vrstama puteva. Uopšteno, ovo bi zahtevalo upotrebu podataka o mobilnosti po vrsti puta, a takvi podaci nisu dostupni. Za ovu specifičnu analizu, autori su utvrdili razvoj mobilnosti, startifikovan po vrsti puta i saobraćajnom režimu.

Nekoliko ranije pomenutih pristupa tako pokazuje različite rezultate za različite delimično stratifikovane analize. Na primer, delimična stratifikacija po starosti vodi do različitog očekivanog broja žrtava od delimične stratifikacije po saobraćajnom režimu. To ukazuje da su sve ili neke od delimičnih stratifikacija same po sebi ispod optimalnih.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Kreatori politike bezbednosti na putevima često koriste dugoročni politički cilj, a to je maksimalni očekivani broj poginulih na putevima u određenoj narednoj godini. Da bi znali koja politika bezbednosti na putevima je neophodna da se ostvari izabrani cilj, neophodno je da se shvati kako razvoj bezbednosti saobraćaja zavisi od prošlih politika bezbednosti.

U svrhu toga, grubo objašnjenje razvoja broja smrtnih slučajeva od 1950. godine, gore pomenuto (na početku uglavno eksplozivno povećanje mobilnosti, a potom uglavnom uspešnih mera bezbednosti) je od male pomoći. Oni koji žele da znaju npr. koje mere i kojom snagom doprinose da se poboljšanja bezbednosti u saobraćaju, moraju da analiziraju dalje. Poznavanje tih odnosa je važno da saznamo u kojoj meri efekti prošlih politika će se nastaviti i u budućnosti.

Stratifikacija podataka je takođe logičan korak za procenu efekata mera bezbednosti na putevima. Mere bezbednosti na putevima se gotovo uvek odnose na samo jedan podskup mobilnosti, pa stoga i na samo jedan podskup saobraćajnih nezgoda. Sve nas ovo navodi da bolje razmislimo o sigurnosnim pojasevima, kacigama za vozače mopeda, ogledala sa mrtvim uglom za teretna vozila, zakona o upotrebi alkohola i tako dalje.

Dobro razumevanje razvoja broja smrtnih slučajeva u saobraćaju, u najmanju ruku, zahteva stratifikaciju ukupnog broja smrtnih slučajeva po različitim grupama. Razlika između ovih grupa postaje suštinska, ako su i razvoj rizika i razvoj pređenog rastojanja različiti za ove grupe.

Osim toga, važno je u analizi uzeti u obzir i uticaj drugih učesnika u saobraćaju kod određivanja razvoja rizika. Ovakav pristup ne garantuje da sve oscilacije u broju smrtnih slučajeva mogu da se odnose na objektivne faktore kao mere bezbednosti saobraćaja, ali bez stratifikacije malo je verovatno da takav odnos može biti iskazan.

7. LITERATURA

[1] Aarts, L.T., Van Schagen, I.N.L.G., 2006. Driving speed and the risk of road crashes: A review. *Accident Analysis and Prevention* 38 (2), 215-224.

[2] Bijlvelde, F., 2008. Time series analysis in road safety research using state space methods, SWOV dissertatiereeks, SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.

[3] Broughton, J., 1991. Forecasting road accident casualties in Great Britain. *Accident Analysis and Prevention* 23 (5), 353-363.

[4] COST, 2004. Models for traffic and safety development and interventions. European Commission. Directorate general for Transport, Brussels.

[5] Elvik, R., 2005. Has progress in improving road safety come to a stop? Institute of Transport Economics TØI, Oslo.

[6] Laapotti, S., Keskinen, E., 2004. Has the difference in accident patterns between male and female drivers changed between 1984 and 2000. *Accident Analysis and Prevention* 36 (4), 577-584.

[7] Lenroot, R.K., Gogtay, N., Greenstein, D.K., Wells, E.M., Wallace, G.L., Clasen, L.S., Blumenthal, J.D., Lerch, J., Zijdenbos, A.P., Evans, A.C., Thompson, P.M., Giedd, J.N., 2007. Sexual dimorphism of brain developmental trajectories during childhood and adolescence. *NeuroImage* 36 (4), 1065-1073.

[8] Massie, D.L., Green, P.E., Campbell, K.L., 1997. Crash involvement rates by driver gender and the role of average annual mileage. *Accident Analysis and Prevention* 29 (5), 675-685.

[9] Stipdonk, H., Berends, E., 2008. Distinguishing traffic modes in analysing road safety development. *Accident Analysis and Prevention* 40 (4), 1383-1393.

[10] Van den Bossche, F.A.M., 2006. Road safety, risk and exposure in Belgium: An econometric approach. Dissertation, Hasselt University, Diepenbeek, Belgium, Hasselt.

[11] Van den Bossche, F.A.M., Wets, G., Brijs, T., 2007. Analysis of road risk by age and gender category. Time series approach. *Journal of the Transportation Research Board* 2019, 7-14.

[12] Wesemann, P., Van Norden, Y., Stipdonk, H., 2010. Road safety in 2020; future developments of exposure, crashes and policy. *Safety Science* 48 (9), 1098-1105.

[13] Yannis, G., Antoniou, C., Eleonora Papadimitriou, Katsohis, D., 2011. When may road fatalities start to decrease? *Journal of Safety Research* 42 (1), 17-25.

Kratka biografija:

Dušan Kulaš rođen je u Valjevu 1984. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Drumski saobraćaj odbranio je 2014. god.



Dragan Jovanović rođen je u Zrenjaninu 1974. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2005. god., a od 2011. je u zvanju venredni profesor. Oblast interesovanja je bezbednost saobraćaja.

ШПЕДИТЕРСКИ ПОСЛОВИ УВОЗА У ТРГОВИНСКО – ШПЕДИТЕРСКОМ ПРЕДУЗЕЋУ “ПРВА ПЕТОЛЕТКА - ПРОМЕТ“ АД**FREIGHT FORWARDING IMPORT ACTIVITIES IN THE TRADE – FORWARDING ENTERPRISE “PRVA PETOLETKA - PROMET“ A.D.**

Иван Аћимовић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ЛОГИСТИКА И ИНТЕГРАЛНИ ТРАНСПОРТ

Кратак садржај - У раду је анализирана организација шпедитерских послова у предузећу чија основна делатност није шпедиција. Да би се утврдиле организационе и друге специфичности у обављању шпедитерских послова у таквим условима, посматрани су шпедитерски послови увоза у предузећу „Прва петолетка - промет“ а.д. Анализом постојећег стања, утврђена су подручја у којима су могућа унапређења у пословању и дати су предлози мера.

Abstract – *In this paper, the focus is on the forwarding activities in the enterprise where the core activity is not forwarding. To identify organizational and other characteristics of forwarding praxis in such case, the forwarding organization structure and import activities have been observed in the enterprise “Prva petoletka - promet” a.d. The analysis shows that there is a room for improvement of business praxis in the field of freight forwarding and the related measures are proposed.*

Кључне речи: Шпедиција, Шпедитерски послови увоза, Трговинско-шпедитерско предузеће, Република Србија

1. УВОД

У раду се анализира шпедитерска функција у трговинском предузећу “Прва петолетка – Промет“ АД. Предузеће припада холдинг компанији “Индустрија хидраулике и пнеуматике Прва петолетка“ (ИХП ППТ). Предузеће има организациону јединицу која се бави шпедицијом и царинско складиште за сопствене потребе предузећа.

Циљ рада је да се, анализом реализације конкретних увозних послова утврди специфичност реализације шпедитерских послова у оваквом предузећу у односу на „чисто“ шпедитерско предузеће; тачније, потребно је утврдити структуру шпедитерских послова, носиоце тих послова, капацитете којима располаже предузеће за обављање тих послова, односно начин реализације

тих послова, а на основу тога да се идентификују место и значај шпедитерске функције у предузећу, као и евентуалне проблемске тачке у постојећем начину реализације шпедитерских послова.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији је ментор др Ђурђица Стојановић, доцент.

2. ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ МЕЂУНАРОДНЕ ШПЕДИЦИЈЕ

Међународна шпедиција је посредник између домаћих и иностраних увозника, односно извозника – произвођача, и крајњих корисника с једне стране и превозника, других учесника у превозу робе, с друге стране.

Другим речима међународна шпедиција је посредник између лица која располаже робом (налогодавац) и превозника и других учесника у отпреми, који за рачун налогодавца склапа превозне и друге уговоре у вези са овим, водећи при том рачуна да се роба отпреми, односно допреми у међународном саобраћају под најповољнијим условима.

Шпедитер је организатор и координатор отпреме робе од полазне до крајње (упутне) одредишне тачке, што значи да овај задатак за свог налогодавца (комитента) треба да обави на најбољи могући начин, уз одговарајућу накнаду. Шпедитер је организатор отпреме и допреме ствари свим превозним средствима и на свим превозним путевима.

3. ШПЕДИТЕРСКИ ПОСЛОВИ ПРИ УВОЗУ

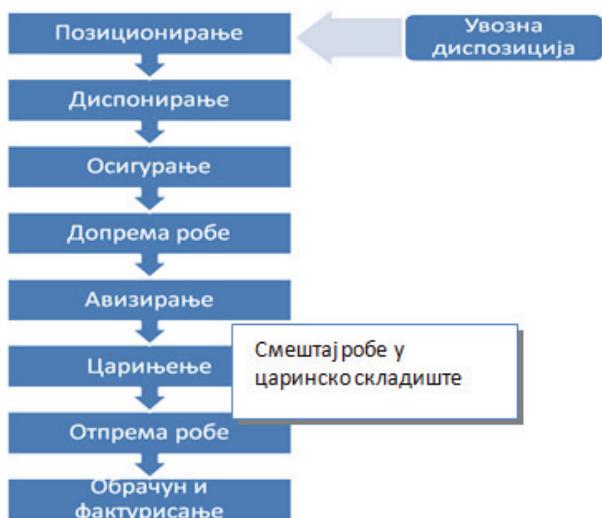
Сваки увозни посао, у технолошком смислу, реализује се по уобичајеном редоследу парцијалних послова којима се уређује процес увозног царинења и шпедиције, од тренутка када се појави захтев, до коначне реализације услуге [1].

Послови везани за увоз, који су дати на следећој шеми (Слика 1), могу бити организовани са више модалитета, зависно од организационе структуре шпедитерског предузећа и карактеристика конкретног посла, али у сваком случају техника посла се обавља по пословницама или секторима и углавном се могу свести на следеће радње: позиционирање, диспонирање, осигурање, допрема, авизирање, царинење, отпрема и обрачун и фактурисање.

4. СКЛАДИШТЕЊЕ РОБЕ ПОД ЦАРИНСКИМ НАДЗОРОМ

Царинско складиште је затворен или отворен магацински простор, намењен за смештај и чување царинске робе, који користи и којим управља правно лице чији је предмет пословања складиштење робе (држалац царинског складишта).

За отварање царинског магацина потребно је одобрење надлежне царинарнице.



Слика 1. Технолошка структура послова међународног шпедитера при увозу робе

4.1 Тип царинског складишта и обавезе држаоца и корисника складишта

Царинска складишта могу бити јавна – тип А, Б и Ф и приватна – тип Ц, Д и Е [2].

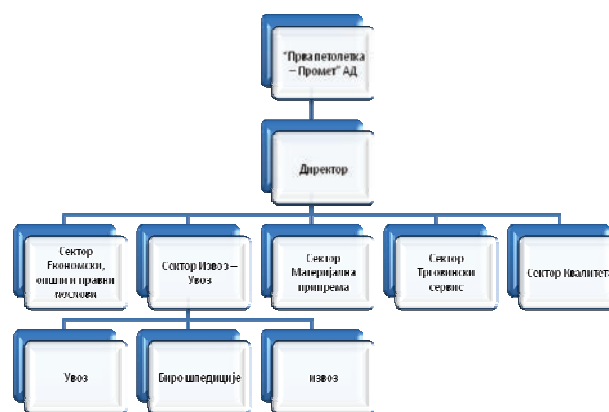
- **тип А** – одговорност сноси држалац царинског складишта,
- **тип Б** – код кога одговорност сноси корисник складишта,
- **тип Ф** – овим складиштем управља царински орган,
- **тип Д** – је приватно царинско складиште код кога се роба ставља у слободан промет на основу књиговодствених извештаја, при чему се меродавне карактеристике, царинска вредност и количина робе, утврђују у тренутку стављања робе у поступак складиштења.
- **тип Е** – није неопходно да се роба складишти на месту које је одобрено као царинско складиште.
- **тип Ц** – овај тип складишта је приватно царинско складиште у коме је држалац складишта истовремено и корисник складишта, али не мора обавезно бити и власник робе.

5. ШПЕДИТЕРСКИ ПОСЛОВИ У ТРГОВИНСКО – ШПЕДИТЕРСКОМ ПРЕДУЗЕЋУ “ППТ - ПРОМЕТ“ А.Д. ТРСТЕНИК

Да би се боље објаснили значај и суштина шпедитерских послова у предузећу које није шпедитерско, у овој тачки приказан је пример трговинског предузећа “Прва петолетка – Промет“ АД, које има развијену шпедитерску функцију за сопствене потребе.

На Слици 2 приказана је организациона структура предузећа, које се састоји од пет међусобно повезаних сектора, који прате производни процес од почетка стварања производа до његовог економског разрешења.

У оквиру сектора Извоз-увоз постоји биро шпедиције, који се углавном бави пословима царинског посредовања. Овај подсектор задужен је, између осталог, и за управљање царинским складиштем типа Ц.



Слика 2. Организациона структура предузећа

Анализом два примера реализованих шпедитерских послова увоза у наставку рада, укратко је описан поступак реализације послова и организационе целине које их извршавају. Такође, идентификовани су и шпедитерски послови који се користе од стране трећих лица.

5.1 Пример бр. 1

Увозна диспозиција: ППТ – ТМО АД Трстеник је закључила уговор о куповини хемикалија за термичку обраду материјала са фирмом “**ATOTECH**” из Словеније, на укупан износ EUR 35.193,00. Допрема робе је извршена друмским превозним средством (камионом). Затим ППТ – ТМО АД Трстеник закључује уговор [3], односно даје налог за увоз робе ППТ – ПРОМЕТ АД Трстеник. На основу наведеног ППТ – ПРОМЕТ АД Трстеник, даје диспозицију, односно налог организационој јединици увоз, а он налог прослеђује бироу за шпедицију за увоз робе на интерном обрасцу ППТ – ПРОМЕТ-а. Диспозиција садржи основне податке о послу и роби, као што су:

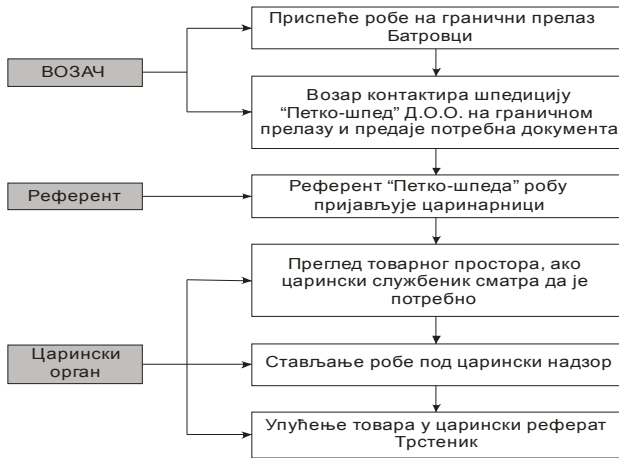
- ✓ назив робе (хемикалије за термичку обраду материјала, према спецификацији)
- ✓ цена робе (укупна вредност робе EUR 35.193,00)
- ✓ паритет **CPT** (*Cost Paid To*) Трстеник.

Из свега наведеног следи да су дефинисање услова и начина допреме остављени продавцу, тако да Сектор Увоза “ППТ - Промет“ - а, није имао задатак у том делу посла. Података о осигурању нема, будући да према Инкотермс **CPT** термину ни продавац нити купац немају обавезу осигурања робе, али сnose одређене ризике.

Позиционирање: Након пријема диспозиције од стране налогодавца референт шпедиције – царински агент заводи исту у деловодник, отвара досије предмета и распоређује је по врсти спољнотрговинског посла.

Диспонирање: Због паритета **CPT**, ни увозник ни његов шпедитер немају никакве обавезе везане за начин допреме и сам итинерер; продавац испоручује робу превознику ког је сам одабрао и плаћа трошкове превоза робе до именованог одредишта. Купац сноси све трошкове и ризике који настају након што је роба тако испоручена. Топ менаџмент предузећа “Прва петолетка – Промет“ АД приликом уговарања посла одређује паритет испоруке.

Допрема робе: По приспећу транспортног средства са робом на гранични прелаз Батровци, превозник контактира шпедицију на граничном прелазу “Петко - шпед“ д.о.о., и том приликом му подноси сва потребна пратећа документа на основу којих се ради транзитна декларација са којом се упућује у царинску испоставу на царињење (Слика 3).

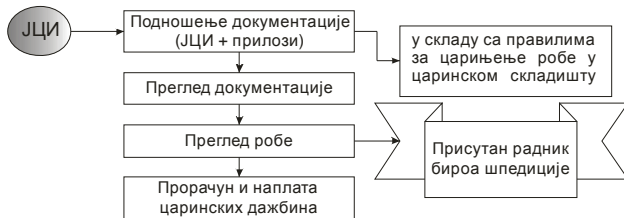


Слика 3. Приказ допреме робе

Авизирање и пријем робе: Возач са робом на граничном прелазу је ангажовао шпедицију “Петко – шпед“ д.о.о. која је издала транзитну декларацију са којом је упућен у царински реферат Трстеник на царињење. Када је стигао са границе на терминал царине возач у просторије бироа шпедиције ППТ – Промет АД одговарајућем лицу пријављује приспеће робе и доноси документа за израду увозне декларације.

Царињење робе: У првом примеру роба по приспећу у царински реферат Трстеник се царини на транспортном средству. Најпре се пажљиво попуњава ЈЦИ која се ради на основу документације по којој је роба ушла у државу, а затим декларација о царинској вредности робе која се прилаже уз сваку ЈЦИ за робу која подлеже наплати увозних дажбина на основу до тада прибављене документације.

Изјаву о намени робе даје корисник робе. Царинским прегледом је устанољено да је увозни посао уредно обављен, па се приступа обрачуна дажбина и упућује подносиоцу исправе (Прва петолетка – ТМО АД Трстеник), да дате трошкове плати на благајни царинарнице (Слика 4).



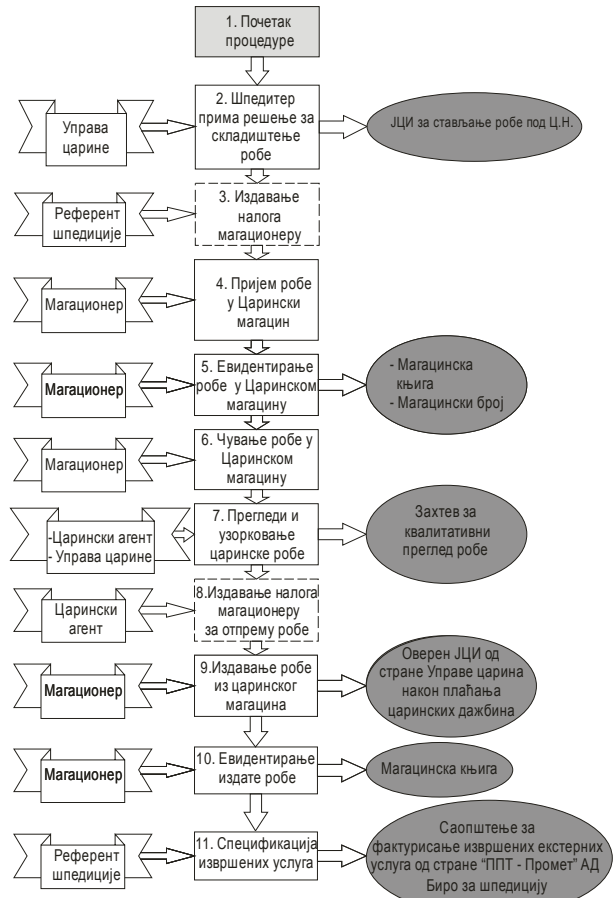
Слика 4. Поступак царињења робе

Отпрема робе комитенту: Када је завршен царински поступак, шпедитер у овом случају “Прве петолетке – Промет“ АД издаје налог за отпрему магационеру да се роба отпреми на адресу примаоца “ППТ – ТМО“.

5.2 Пример бр. 2

Овај пример је карактеристичан по томе што се роба због недостатка документације смешта у складиште

увозника и по окончању царињења транспортује у просторије корисника робе. У овом примеру роба је прво ускладиштена, а затим оцарињена у приватном складишту предузећа “Прва петолетка - Промет“ АД Трстеник. Технологија пријема царинске робе у царинско сместиште је приказана на Слици 5.



Слика 5. Поступак пријема робе у царинско складиште

6. КРИТИЧКА АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА И ИДЕНТИФИКАЦИЈА ПРОБЛЕМСКИХ ТАЧАКА

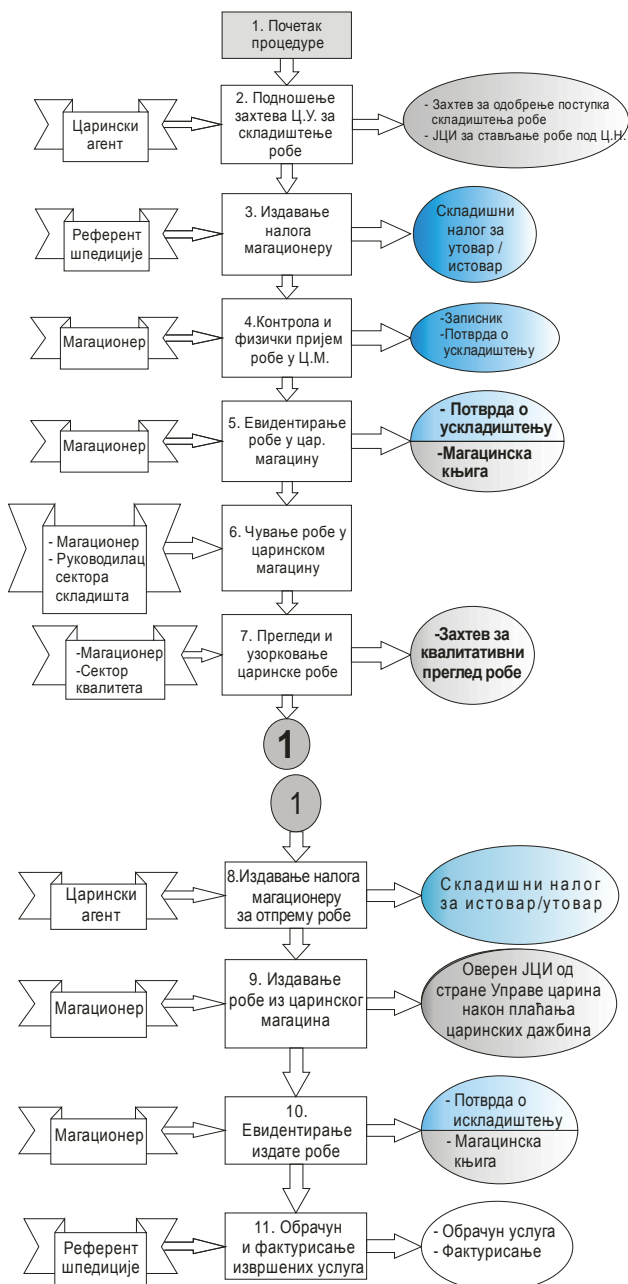
6.1 Проблемске тачке

Анализом организационе структуре, капацитета и начина реализације шпедитерских послова у предузећу, идентификовано је неколико проблемских тачака, од којих су најважније следеће:

- Шпедитерска функција није организационо обједињена у предузећу “Прва Петолетка - Промет“ АД.
- Биро шпедиције као организациона целина има само извршну функцију и недовољно је искоришћен као профитни центар. Информациони токови се реализују углавном папирним путем и његова компјутерска опрема није на задовољавајућем нивоу,
- Евиденција о залихама и складиштењу робе је непотпуна и нема савремену информациону/рачунарску подршку, нити је детаљно описана Правилником за поступак увоза С03.

6.2 Предлог мера

1. Организационо обједињавање и чвршће повећавање шпедитерских функција.
2. Биро шпедиције може бити профитни центар, с обзиром на то да се просторије бироа шпедиције налазе у непосредној близини Царинског реферата Трстеник, као и због поседовања великог потенцијала запосленог особља.
3. Јачање саветодавне улоге носилаца шпедитерских послова при уговарању паритета испоруке, односно њихово благовремено укључивање у избор транспортног пута и средства.
4. Бољи опис поступка складиштења робе у царинско складиште (Слика 6).



Слика 6. Предложен дијаграм тока активности везаних за смештај робе у царинско складиште

7. ЗАКЉУЧАК

У овом мешовито прометно-шпедитерском предузећу, шпедитерска делатност се обавља за сопствене потребе предузећа, односно холдинга. Шпедиција као делатност није довољно искоришћена као профитни центар предузећа.

То се посебно односи на недовољно искоришћење царинског складишта, које је на идеалној локацији, а чији потенцијали нису довољно искоришћени. Предузеће би, у циљу унапређења свог начина пословања у сегменту шпедиције, требало да размотри мере за боље искоришћење расположивих шпедитерских капацитета и да их користи и за пружање услуга трећим лицима – као профитни центар.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] В. Гајић, *Скрипте са предавања*, Нови Сад 2003.
- [2] Одредбе чланова 110. – 117. и 128. – 142. Царинског закона (“Сл.Гласник Републике Србије“, бр. 18/10).
- [3] Интерна документа предузећа “Прва петолетка – Промет“ А.Д. Трстеник.

Кратка биографија:



Иван Анимовић рођен је у Краљеву 1983. год. Мастер рад одбранио је 2014. године на Факултету техничких наука из области Логистике и интермодалног транспорта.

STAVOVI VOZAČA POČETNIKA PREMA RIZICIMA U SAOBRAĆAJU ATTITUDES OF YOUNG DRIVERS TO TRAFFIC RISKS

Srećko Klisara, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – *U ovom radu prikazano je kako stavovi vozača početnika mogu uticati na bezbednost saobraćaja. Izvršeno je istraživanje stavova vozača početnika prema rizicima u saobraćaju. Opšti zaključak istraživanja je da su stavovi značajni prediktori prekršaja i nezgoda mladih vozača, kao i da su značajno povezani sa njihovom percepcijom rizika.*

Abstract – *This paper shows how attitudes of young drivers may affect on road safety. Author carried out a survey of attitudes of young drivers to traffic risks. The general conclusion of the research is that attitudes are significant predictors of violations and accidents of young drivers, and that they are significantly connected with their perception of risk.*

Ključne reči: *Bezbednost saobraćaja, GDL sistem, mladi vozači početnici, stavovi vozača početnika*

1. UVOD

Bezbednost drumskog saobraćaja je jedna od naučnih disciplina koja primenom naučne metodologije prati, izučava i objašnjava pojavne oblike, uzroke, uslove i druge faktore zbog kojih nastaju pojave koje ugrožavaju ljude i imovinu u saobraćaju. Posebno se analiziraju saobraćajne nezgode i strategija i taktika sprečavanja saobraćajnih nezgoda i drugih negativnih pojava u saobraćaju, pri čemu se pored sopstvenih rezultata koristi i rezultatima drugih naučnih disciplina. Saobraćajne nezgode predstavljaju veoma ozbiljan socijalni i ekonomski problem čijem se rešavanju posvećuje sve veća pažnja.

Različite starosne grupe učesnika u saobraćaju imaju različite stavove, sposobnosti, znanja, izloženost, iskustva i samim tim različiti su i nivoi rizika od nastanka saobraćajne nezgode. Iako su mladi ljudi generalno zdraviji, brže reaguju i imaju veće sposobnosti, mladi vozači spadaju u visokorizičnu grupu vozača. Ovo se objašnjava nedostatkom iskustva, nedovoljnom informisanošću mladih o rizicima, te spremnošću mladih da preduzmu rizična ponašanja. Brojna istraživanja su pokazala da su stavovi veoma usko povezani sa bezbednošću saobraćaja i da bitno utiču na bezbednost saobraćaja. Zbog toga se u mnogim državama puno toga preduzima na izgradnji i usvajanju ispravnih stavova o bezbednosti saobraćaja kod mladih ljudi.

U procesu izgradnje pozitivnih stavova o bezbednosti saobraćaja veoma je važno znati da li i u kojoj meri

postoje negativni stavovi i sprečiti izgradnju i usvajanje takvih stavova kod mladih ljudi.

Shodno tome, predmet ovog rada je istraživanje stavova mladih vozača početnika o bezbednosti saobraćaja.

Osnovni ciljevi istraživanja su da se utvrdi:

- U kojoj meri stavovi vozača i percepcija rizika utiču na činjenje prekršaja mladih vozača u vožnji.

- U kojoj meri stavovi, percepcija rizika i činjenje prekršaja utiču na učešće mladih vozača u rizičnim situacijama (zamalo nezgoda) i nezgodama.

2. STAVOVI KAO FAKTOR BEZBEDNOSTI U SAOBRAĆAJU

Stavovi predstavljaju važne dinamičke crte ličnosti. Stavovi bi se mogli odrediti kao tendencije da se bilo pozitivno, bilo negativno reaguje na neku osobu, predmet, situaciju ili instituciju. Složenija, ali i potpunija definicija stavova je Olportova (Olport) definicija: pod stavom se podrazumeva neuralna i mentalna spremnost, formirana na osnovu iskustva, koja vrši direktivni ili dinamički uticaj na reagovanje pojedinca, na objekte i situacije sa kojima dolazi u dodir (Pot, 1994). Može se reći da postoje tri izvora stavova i to:

1. socijalne i grupne norme, koje pojedinac prihvata od društva u kojem živi i od grupa kojima pripada,
2. lično iskustvo i znanje o pojavama prema kojima postoji stav i
3. motivi i trajne karakteristike ličnosti.

Istraživanje u Britaniji je pokazalo da su ponašanja korisnika puteva koja se smatraju najmanje prihvatljivim: vožnja pod dejstvom droga, nenošenje pojasa na prednjem sedištu, vožnja bez osiguranja i upotreba mobilnog telefona tokom vožnje (RAC, 2007). Takođe, utvrđeno je da generalno vozači sebe smatraju bezbednim vozačima (preko 80%). Samo 3% je izjavilo da sebe ne smatra bezbednim vozačima. S druge strane, samo 41% vozača oseća se veoma bezbednim na putevima danas, pa je logična pretpostavka da je razlog takvim osećanjima opažanje drugih vozača kao opasnih. Ovo osećanje sigurnosti na putu varira u različitim grupama: mladi vozači (17-24 godina) se osećaju najsigurnijim; stariji vozači (65+) se najmanje osećaju bezbednim; muškarci se osećaju sigurnijim više od žena; bezbednijim se osećaju oni koji voze radi posla i oni koji su prešli veću kilometražu; vozači iz grada se osećaju bezbednijim na putu u odnosu na vozače iz predgrađa; sigurnijim se osećaju oni koji su navikli da brzo voze kao i oni koji su kažnjavani zbog brze vožnje. Ipak, oni koji su doživeli nezgodu ili „zamalo nezgodu“ se osećaju manje bezbednim na putu.

Većina istraživanja je pokazala da postoji značajna razlika u opažanju sebe i drugih korisnika puteva. Recimo, jedno

NAPOMENA:

Ovaj rad je proistekao iz master rada čiji mentor je bio dr Dragan Jovanović, vanr. prof.

istraživanje je pokazalo da 60% vozača smatra da su drugi vozači više opasni nego bezbedni, 33% da su drugi više bezbedni nego opasni, a 6% je smatralo da je teško naći ma kog bezbednog vozača na putevima, a samo 1% da je teško naći ma kog opasnog vozača na putevima uopšte (Brake, 2006). Obično se mlađi vozači procenjuju kao posebno opasni i u jednom istraživanju 66% ispitanih je smatralo da programe bezbednosti na putu treba fokusirati na mlađe grupe vozača (Higginson, 2005). Mlađi vozači prihvataju to da su na ukupnom planu oni grupa koja je najopasnija na putevima, a takođe i stariji vozači smatraju da su mlađi vozači manje pažljivi i voze bez propisanog rastojanja (Higginson, 2005; Musselwhite & Haddad, 2007)

3. ISTRAŽIVANJE STAVOVA MLADIH VOZAČA O BEZBEDNOSTI U SAOBRAĆAJU

3.1. Predmet i cilj istraživanja

Kada su mladi vozači u pitanju, opšte otkriće u literaturi jeste o porastu mogućnosti nezgode kod mladih vozača. Postoje dokazi iz opservacionih studija da mladi vozači imaju rizičniji stil vožnje u odnosu na starije vozače. Na primer, oni voze brže, koriste kraće intervale sleđenja i veća je verovatnoća da neće poštovati saobraćajnu signalizaciju od starijih vozača. Generalno, kada govorimo o bezbednosti mladih vozača moramo istaći nekoliko otežavajućih okolnosti: neiskusni su u vožnji i imaju problem sa percepcijom rizika; dosta rizikuju uopšte u životu (ne samo u vožnji) i nezreli su; često voze u uslovima visokog rizika - noću, kada su umorni i ponekad pod dejstvom alkohola i drugih supstanci; podložni su vršnjačkom uticaju od strane suvozača ili prijatelja da preduzimaju veći rizik. Što je još gore, većina mladih vozača početnika sebe smatra „sigurnim vozačima“.

Stavovi bi se mogli odrediti kao tendencije da se bilo pozitivno, bilo negativno reaguje na neku osobu, predmet, situaciju ili instituciju. Stavovi prema riziku u saobraćaju nisu jednako rasprostranjeni u populaciji. Na primer, postoje polne razlike u stavovima prema rizičnoj vožnji. Žene u poređenju sa muškarcima imaju daleko manje rizičnih stavova prema vožnji i pokazuju mnogo više zabrinutosti povodom mogućnosti da u toku vožnje povrede nekoga. Mlađi vozači prihvataju da su na ukupnom planu oni grupa koja je najopasnija na putevima, a takođe i stariji vozači smatraju da su mladi vozači manje pažljivi i voze bez propisanog rastojanja. Više studija je potvrdilo jaku povezanost između stavova prema bezbednosti saobraćaja i rizičnog ponašanja u saobraćaju.

Osnovni ciljevi sprovedenog istraživanja su bili da se utvrdi:

- U kojoj meri stavovi vozača i percepcija rizika utiču na činjenje prekršaja mladih vozača u vožnji.
- U kojoj meri stavovi, percepcija rizika i činjenje prekršaja utiču na učešće mladih vozača u rizičnim situacijama (zamalo nezgoda) i nezgodama.

3.2. Tehnike za prikupljanje podataka

Da bi se realizovali istraživački ciljevi korišćeno je više upitnika za procenu stavova i ponašanja vozača:

- upitnik o stavovima vozača u saobraćaju,

- upitnik ponašanja mladih vozača,
- upitnik o percepciji rizika, i
- upitnik za prikupljanje sociodemografskih podataka.

Upitnik o stavovima vozača u saobraćaju (Jovanović et al., 2011; Ulleberg & Rundmo, 2003) korišćen je za procenu specifičnih stavova vozača prema rizičnim oblicima ponašanja. Ovaj upitnik se sastojao od 26 ajtema. Odgovori su beleženi na 5-tostepenoj skali (od 1 = uopšte se ne slažem do 5 = u potpunosti se slažem). Ovim upitnikom su ispitanici sledeći stavovi: stav prema kršenju saobraćajnih pravila ($\alpha = 0,76$), 8 ajtema (npr. postoji puno saobraćajnih pravila koja se ne mogu poštovati da bi se održao saobraćajni tok), stav prema brzini ($\alpha = 0,80$), 7 ajtema (npr. ako imaš dobre veštine brza vožnja je OK), stav prema vožnji pod uticajem alkohola ($\alpha = 0,81$), 5 ajtema (npr. ljudi mogu voziti sigurno i kada su pod uticajem alkohola) i stav prema uzbuđenju i pokazivanju u saobraćaju ($\alpha = 0,74$), 6 ajtema (mladi imaju potrebu za zabavom i uzbuđenjem u saobraćaju). Pouzdanost subskala je zadovoljavajuća.

Upitnik ponašanja mladih vozača (Behaviour of Young Novice Drivers Scale (BYNDS)) (Scott-Parker et al., 2010) korišćen je za procenu činjenja saobraćajnih prekršaja mladih. Originalan upitnik sadrži 44 ajtema raspoređenih u 5 subskala koje su nazvane: prelazni prekršaji, fiksni prekršaji, propusti, izloženost riziku i vožnja u zavisnosti od raspoloženja. Za potrebe ovog istraživanja korišćene su samo subskele prelazni (12 ajtema; $\alpha = 0,91$) i fiksni prekršaji (10 ajtema; $\alpha = 0,84$). Od ispitanika je traženo da navedu koliko često su se ponašali na opisan način. Odgovori su beleženi na 5-tostepenoj skali likertovog tipa (od 1 = nikad do 5 = skoro uvek). Pouzdanost subskala je zadovoljavajuća.

Upitnik o percepciji rizika (Harbeck & Glendon, 2013; Rosenbloom et al., 2008) korišćen je za procenu percepcije rizika u saobraćaju. Upitnik se sastojao od 14 ajtema. Ispitanici su pitani da procene koliko su rizične navedene radnje u saobraćaju. Odgovori su beleženi na 5-tostepenoj skali likertovog tipa (od 1 = uopšte nije rizično do 5 = ekstremno rizično). Pouzdanost skale je zadovoljavajuća ($\alpha = 0,81$).

Upitnik za prikupljanje sociodemografskih podataka konstruisan je za potrebe istraživanja. Ovaj upitnik se sastojao od 7 ajtema i vozači su pitani o njihovim sociodemografskim podacima (pol, starost), vozačkom iskustvu (dužina posedovanja vozačke dozvole u mesecima, mesečna pređena kilometraža), učešću u saobraćaju (koliko često voze), rizičnim situacijama i nezgodama u saobraćaju (uključenost u rizične situacije - zamalo nezgode u poslednja tri meseca; uključenost u saobraćajne nezgode od dobijanja vozačke dozvole).

3.3. Uzorak

Uzorak se sastojao od 125 ispitanika. 67,2% ispitanika činile su osobe muškog pola, a 32,8% osobe ženskog pola. Istraživanje je obuhvatilo osobe starosne dobi od 18 do 26 godina, sa vozačkim iskustvom do 36 meseci.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Veza između stavova prema bezbednosti saobraćaja, percepcije rizika, činjenja prekršaja, rizičnih situacija (zamalo nezgoda) i saobraćajnih nezgoda istražena je

pomoću koeficijenta Pirsonove linearne korelacije (Tabela 1.).

Tabela 1. *Korelacije između stavova, percepcije rizika, prekršaja, zamalo nezgoda i nezgoda*

Varijable	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Stav kršenje propisa	-								
2. Stav brzina	,67**	-							
3. Stav alkohol	,61**	,52**	-						
4. Stav uzbuđenje	,67**	,73**	,59**	-					
5. Percepcija rizika	-,48**	-,52**	-,41**	-,58**	-				
6. Prelazni prekršaji	,52**	,64**	,48**	,55**	-,39**	-			
7. Fiksni prekršaji	,51**	,55**	,39**	,58**	-,42**	,78**	-		
8. Zamalo nezgode	,07	,05	,14	,06	,00	,25**	,13	-	
9. Nezgode	,23**	,13	,24**	,17	-,03	,17	,03	,15	-

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

Kao što se vidi iz prethodne tabele, svi stavovi su značajno povezani sa činjenjem prelaznih i fiksnih prekršaja. Pored toga postoji značajna veza između stava prema kršenju saobraćajnih propisa i stava prema vožnji u alkoholisanom stanju sa saobraćajnim nezgodama. Kada je u pitanju percepcija rizika može se videti da postoji značajna povezanost između ove varijable sa činjenjem prelaznih i fiksnih prekršaja. Postoji i značajna veza između prelaznih prekršaja i zamalo nezgoda.

Kako bi se realizovali ciljevi istraživanja i preciznije ispitao odnos između prediktorskih i zavisnih varijabli sprovedene su četiri regresione analize:

1. Zavisna varijabla u prvoj regresionoj analizi je bila „prelazni prekršaji“, a kao nezavisne varijable u prvom bloku su uneti ispitani stavovi vozača i u drugom bloku je uneta varijable percepcije rizika.
2. Zavisna varijabla u drugoj regresionoj analizi je bila „fiksni prekršaji“, a kao nezavisne varijable u prvom bloku su uneti ispitani stavovi vozača i u drugom bloku je uneta varijabla percepcije rizika.
3. Zavisna varijabla u trećoj regresionoj analizi je bila „zamalo nezgode“, a kao nezavisne varijable u prvom bloku su uneti ispitani stavovi vozača, u drugom bloku je uneta varijabla percepcije rizika i u trećem bloku su unete varijable prelazni i fiksni prekršaji.
4. Zavisna varijabla u četvrtoj regresionoj analizi je bila „saobraćajne nezgode“, a kao nezavisne varijable u prvom bloku su uneti ispitani stavovi vozača, u drugom bloku je uneta varijabla percepcije rizika i u trećem bloku su unete varijable prelazni i fiksni prekršaji.

U prvoj sprovedenoj regresionoj analizi u prvom koraku su bile unete varijable stavova prema bezbednosti saobraćaja što je objasnilo 45% varijanse činjenja prelaznih prekršaja. Nakon unošenja varijabli percepcije rizika, u drugom koraku, modelom kao celinom objašnjeno je isto 45% ukupne varijanse. U konačnom modelu najveći jedinstveni doprinos daje stav prema brzini ($\beta = 0,450$, $p < 0,001$).

U drugoj sprovedenoj regresionoj analizi u prvom koraku su bile unete varijable stavovova prema bezbednosti saobraćaja što je objasnilo 38% varijanse činjenja fiksnih

prekršaja. Nakon unošenja varijabli percepcije rizika, u drugom koraku, modelom kao celinom objašnjeno je 39% ukupne varijanse. U konačnom modelu najveći jedinstveni doprinos daje stav prema uzbuđljivoj vožnji ($\beta = 0,290$, $p < 0,05$), statistički značajan doprinos daje još i stav prema brzini ($\beta = 0,217$, $p < 0,05$).

Rezultati prve dve regresione analize pokazuju da su stavovi snažni prediktori činjenja prekršaja u saobraćaju i objašnjavaju prilično veliki deo varijanse činjenja prekršaja. Percepcija rizika nije se pokazala kao značajan prediktor činjenja prekršaja.

U trećoj sprovedenoj regresionoj analizi u prvom koraku su bile unete varijable stavova prema bezbednosti saobraćaja što je objasnilo 2% varijanse zamalo nezgoda. U drugom koraku unete su varijable percepcije rizika što je objasnilo dodatnih 0,3% varijanse. U trećem koraku unete su varijable prelazni i fiksni prekršaji što je objasnilo dodatnih 8% varijanse. Konačnim modelom ukupno je objašnjeno 10% ukupne varijanse. U konačnom modelu najveći jedinstveni doprinos daje varijabla prelazni prekršaji ($\beta = 0,448$, $p < 0,01$).

U četvrtoj sprovedenoj regresionoj analizi u prvom koraku su bile unete varijable stavova prema bezbednosti saobraćaja što je objasnilo 7% varijanse saobraćajnih nezgoda. U drugom koraku unete su varijable percepcije rizika što je objasnilo dodatnih 1% varijanse. U trećem koraku unete su varijable prelazni i fiksni prekršaji što je objasnilo dodatnih 4% varijanse. Konačnim modelom ukupno je objašnjeno 13% ukupne varijanse. U konačnom modelu najveći jedinstveni doprinos daje varijabla fiksni prekršaji ($\beta = 0,320$, $p < 0,05$), statistički značajan doprinos daje još i prelazni prekršaji ($\beta = 0,310$, $p < 0,05$).

Kada su mladi vozači u pitanju, postoji mnogo dokaza iz prethodnih istraživanja koji ukazuju na to da mladi vozači imaju rizičniji stil vožnje u odnosu na starije vozače i da, između ostalog, rizikuju tokom vožnje iz zabave i potrebe za uzbuđenjem. U ovom istraživanju 47% mladih vozača se slaže sa tvrdnjom da mladi imaju potrebu za zabavom i uzbuđenjem u saobraćaju, dok 33% njih ima suprotan stav. Ovako podeljeni stavovi mogu se objasniti nedostatkom iskustva, ne samo vozačkog nego i životnog. Rezultati istraživanja stava o tome da li je ponekad neophodno rizikovati u saobraćaju kod mladih vozača su zabrinjavajući, jer tek nešto više od polovine ispitanika se ne slaže sa ovom tvrdnjom. Uzimajući u obzir to da su stavovi značajni prediktori saobraćajnih prekršaja i nezgoda, neophodno je više raditi na menjanju stavova mladih vozača početnika, u pozitivnom smeru.

Oko 70% mladih vozača koji su učestvovali u ovom istraživanju smatra za sebe da dobro prepoznaje opasne situacije u saobraćaju. Rezultati istraživanja pokazuju da velika većina mladih vozača početnika sebe smatra bezbednim vozačima. 35% mladih vozača se u potpunosti slaže se tvrdnjom da su prilično dobri u bezbednoj vožnji, dok se 49% njih uglavnom slaže sa ovom tvrdnjom. Nasuprot tome, ukupno 7% mladih vozača početnika se uglavnom ili uopšte ne slaže sa ovom tvrdnjom. Na osnovu ovoga možemo zaključiti da su mladi vozači veoma samouvereni i da je možda to jedan od faktora koji doprinosi tome da mladi vozači početnici više rizikuju u saobraćaju.

Stavovi mladih vozača početnika su podeljeni i po pitanju brzine kretanja. Prema istraživanju, 44% mladih vozača

smatra da je u redu voziti brzo ukoliko saobraćajni uslovi to dozvoljavaju, dok 32% ima suprotan stav.

68% mladih uopšte se ne slaže sa tvrdnjom da ljudi mogu bezbedno upravljati vozilom i kada su pod dejstvom alkohola, dok se njih 2% u potpunosti slaže. Ukupno gledano, 90% mladih vozača se u potpunosti ili uglavnom ne slaže sa ovom tvrdnjom.

5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Postoji mnogo istraživanja koja potvrđuju veoma značajnu ulogu stavova i faktora, vezanih za način života, u visokim stopama nezgoda kod mladih vozača. Takođe, mnoga istraživanja potvrđuju to da su mladi vozači u većem riziku od nastanka nezgode nego iskusniji vozači. Poznato je da se rizik od nastanka saobraćajne nezgode smanjuje tokom prvih nekoliko godina vožnje što se može objasniti iskustvom koje vozači stiču i boljom precepcijom opasnih situacija u saobraćaju. Međutim, prema rezultatima ovog istraživanja možemo zaključiti da su mladi vozači veoma samouvereni, da su spremni da rizikuju tokom vožnje, da imaju potrebu za zabavom i uzbuđenjem tokom vožnje. Stoga je neophodno preduzeti odgovarajuće mere kako bi se menjali negativni stavovi i ugradili pozitivni stavovi kod mladih vozača početnika.

U istraživanju sprovedenom u radu identifikovana je jaka povezanost između stavova prema bezbednosti u saobraćaju i činjenja prekršaja u vožnji, što je u skladu sa prethodnim studijama. Rezultati prve i druge regresione analize pokazuju da su stavovi značajni prediktori prelaznih i fiksnih prekršaja i da određuju veliki deo varijanse činjenja prekršaja.

Kada je u pitanju percepcija rizika postoje statistički značajne korelacije između percepcije rizika i prelaznih i fiksnih prekršaja. Ovo nam u stvari pokazuje da percepcija rizika u velikoj meri zavisi od stavova vozača, što nam potvrđuju i prilično velike korelacije između svih stavova i percepcije rizika. Opšti zaključak istraživanja bi bio da su stavovi značajni prediktori prekršaja i nezgoda mladih vozača, kao i da su značajno povezani sa njihovom percepcijom rizika.

6. LITERATURA

- [1] Doherty, S.T., J.C. Andrey and C.M. MacGregor (1998), "The Situational Risks of Young Drivers: The Influence of Passengers, Time of Day and Day of the Week on Accident Rates", in *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 30, Issue 1, pp. 45-52.
- [2] Brake (2006). *A Risky Business. The Green Flag Report on Safe Driving 4*. Brake Road Safety Charity.

- [3] Harbeck, E. L., & Glendon, A. I. (2013). How reinforcement sensitivity and perceived risk influence young drivers' reported engagement in risky driving behaviors. *Accident Analysis & Prevention*, 54, 73-80.
- [4] Higginson, G. (2005). *Lancashire Partnership for Road Safety: Public Opinion Survey*. ORC, Manchester.
- [5] Iversen, H., Rundmo, T., 2004. Attitudes towards traffic safety, driving behavior and accident involvement among the Norwegian public. *Ergonomics* 47, 555-572.
- [6] Jovanović, D., Lipovac, K., Stanojević, P., & Stanojević, D. (2011). The effects of personality traits on driving-related anger and aggressive behaviour in traffic among Serbian drivers. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 14(1), 43-53.
- [7] Maycock, G., C.R. Lockwood and J.F. Lester (1991), *The Accident Liability of Car Drivers*, TRL Report No. 315, Transport Research Laboratory (TRL), Crowthorne, UK.
- [8] Musselwhite, C. B. A., & Haddad, H. (2007). *Prolonging the Safe Driving of Older People through Technology*. Final report. October 2007. Centre for Transport & Society, University of the West of England, Bristol.
- [9] RAC (2007). *RAC Report on Motoring 2007, Driving safely? RAC*, Norwich.
- [10] Ulleberg, P. and T. Rundmo, (2003), "Personality, Attitudes and Risk Perception as Predictors of Risky Driving Behaviour Among Young Drivers", in *Safety Science*, Vol. 41, pp. 425-443.

Kratka biografija:



Srećko Klisara rođen je u Gacku 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Bezbednost saobraćaja odbranio je 2014.god.



Dragan Jovanović rođen je u Zrenjaninu 1974. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2005. god., a od 2011. je u zvanju venredni profesor. Oblast interesovanja je bezbednost saobraćaja.

TRANSPORTNO-LOGISTIČKI KLASTERI**TRANSPORT AND LOGISTICS CLUSTERS**Bojan Despotović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – Transportno-logističke klasterne čine brojni poslovni subjekti u lancu snabdijevanja kao što su proizvođači, provajderi logističkih usluga, infrastrukturni provajderi, kao i regulatorne agencije, istraživačke institucije. Subjekti u klasteru međusobno sarađuju ali su istovremeno i konkurenti, čime se obezbjeđuju visoko efektivna i efikasna logistička rješenja i omogućava stvaranje inovativnih rješenja. U radu su analizirani transportno-logistički klasteri, njihova uloga i značaj u savremenim globalnim procesima i njihov doprinos u jačanju ekonomske konkurentnosti pojedinih država. Cilj rada je da se na osnovu iskustva stečenog kroz obradu različitih primjera iz prakse, sagledaju prepreke i potencijali za razvoj transportno-logističkih klastera i u Srbiji.

Abstract – Transport and logistics clusters includes of numerous partners in the supply chain such as manufacturers, logistics service providers, infrastructure providers, regulatory agencies, research institutions and other logistical organizations that cooperate with each other, but at the same time and compete, in order to provide highly effective and efficient logistics solutions and enable the creation of new innovative solutions. In this paper we analysed transport and logistics clusters, their role and importance in contemporary global processes and their contribution to strengthening the economic competitiveness of individual countries. The aim of this work is to review the barriers and opportunities for the development of transport and logistics clusters in Serbia, based on the experience gained through various processing practices.

Ključne riječi: Logistika, lanac snabdijevanja, klasteri, transportno-logistički klasteri, „dijamant” model

1. UVOD

Savremena globalna tržišta zasnivaju se na novim pravilima konkurisanja i na novoj paradigmi povezanosti, koja se često manifestuje kroz klasterizaciju.

Koncept klastera prihvaćen je kao jedno od mogućih rješenja za opstanak malog i srednjeg preduzetništva, podsticanje inovacija i privrednog razvoja područja na kojima posluju, te za ostvarivanje konkurentne prednosti poslovnih subjekata koji ulaze u takvu vrstu strateškog saveza.

Predmet istraživanja ovog rada su transportno-logistički klasteri (TLK), definisanje pojma klastera, vrste klastera, njihova uloga i značaj sa ekonomskog i društvenog aspekta, kao i primjeri transportno-logističkih klastera u nekoliko država sa rastućim ekonomijama.

Povezivanjem u klasterne različite aktera lanca snabdijevanja, naučno-istraživačkih institucija i uz odgovarajuću podršku države, preduzeća mogu samostalno da ispune mnoge zahtjeve koje postavlja evropsko ili svjetsko tržište kroz samostalna ulaganja u razvoj proizvoda i usluga i u tehničko-tehnološki razvoj.

U mnogim državama razvoj TLK je prihvaćen kao osnovna strategija ekonomskog razvoja. Zato je i cilj ovog rada da se kroz različite primjere iz prakse na sistematičan način ukaže na potencijale i prepreke u formiranju TLK i u Srbiji.

Za analizu konkurentnosti TLK korišćen je „dijamant” model Majkla Portera. U ovom radu, opisana problematika obrađena je u šest poglavlja.

2. TEORIJSKE POSTAVKE LOGISTIKE I LANACA SNABDIJEVANJA

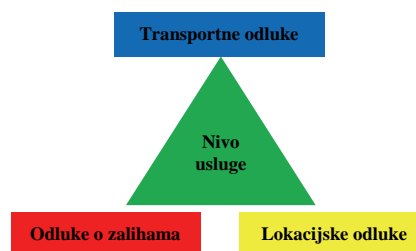
Logistika je glavna privredna aktivnost širom svijeta. Globalna logistička industrija procjenjuje se grubo na preko 2 triliona \$. U razvijenim državama logistički troškovi u prosjeku učestvuju od 10% do 15% od cijene finalnog proizvoda. Od toga, transportni troškovi učestvuju sa 7-9%, troškovi skladištenja obuhvataju 1-2% a troškovi zaliha 3-5% od cijene finalnog proizvoda [1].

Postoje dva različita pristupa u razmatranju procesa koji se odvijaju u lancu snabdijevanja [2]:

- ciklusni pristup,
- pristup guranja/vučenja (*push/pull*).

Generalno, performanse lanca snabdijevanja zavise od sledećih aktivatora:

- zalihe,
- transport,
- objekti i
- informacije.



Slika 1. Logistički trougao planiranja

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Svetlana Nikoličić, docent.

Oblikovanje i planiranje logističkih procesa realizuje se unutar trougla odluka o lokaciji, zalihama i transportu, sa nivoom usluge potrošačima kao rezultantom svih odluka (slika 1). U globalnoj ekonomiji preduzeća pokušavaju da pronađu konkurentsku prednost kroz saradnju i povezivanje.

3. KLASTERI

Naziv klaster potiče od engleske riječi *clusters*, što znači gozd, grupa, skup. Najveći doprinos u razvoju klastera dao je Majkl Porter u djelu *The Competitive Advantage of Nations*[3]. Porterovo viđenje klastera temelji se na *geografskim koncentracijama međusobno povezanih kompanija, specijalizovanih dobavljača, davalaca usluga, preduzeća iz srodnih djelatnosti i sa njima povezanih relevantnih institucija (univerziteti, agencije za standardizaciju i strukovna udruženja), koje u određenim oblastima saraduju ali i konkurišu* [3].

Klasteri, kao složen oblik organizacije, ispoljavaju neke osnovne karakteristike [4]:

- zasnovani su na sistemskim vezama,
- geografski su ograničeni,
- imaju životne cikluse,
- predstavljaju prirodan spoj preduzeća,
- proizvode pozitivne efekte,
- određeni su vezama.

Najjednostavnija klasifikacija klastera je na: horizontalne, vertikalne, nacionalne, regionalne, komercijalne ili klaster u branši, preduzetničke i međunarodne.

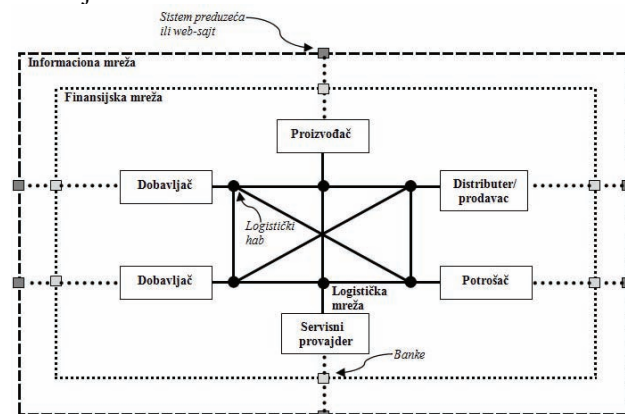
Bazu podataka o klasterima vodi evropska klaster opservatorija (*European Cluster Observatory*) koja daje uvid o broju klastera, vrstama klastera i kategorizaciji prema zvjezdicama u evropskim državama. U državama članicama Evropske unije postoje sledeće vrste klastera [5]: avio, poljoprivrednih proizvoda, odjeće, automobilski, biotehnoški, građevinske opreme i usluga, poslovnih usluga, hemijskih proizvoda, građevinski, građevinskih materijala, distributivni, obrazovni, industrije zabave, poljoprivrede i stočarstva, finansijskih usluga, obučne, namještaja, teške mehanizacije, mjernih instrumenata, IT, proizvodnje nakita i proizvoda od plemenitih metala, kožnih proizvoda, proizvodnje opreme za osvjtljenje, pomorski, medija i izdavaštva, medicinske opreme, proizvodnje metala, nafte i gasa, papirnih proizvoda, farmaceutski, plastike, proizvodnje i prenosa struje, prerade hrane, proizvodne tehnologije, proizvodnje dječije sportske opreme, telekomunikacija, tekstilni, duvanski, turizma i ugostiteljstva, *transporta i logistike*.

4. TRANSPORTNO-LOGISTIČKI KLASTERI

Transportno-logistički klaster je geografski koncentrisan, samonapredan ekosistem koji se sastoji od proizvodnih sistema, prevoznika, provajdera logističkih usluga, IT provajdera, infrastrukturnih provajdera, regulatornih agencija, istraživačkih institucija, konsulatantskih i drugih logistički povezanih organizacija, koji međusobno saraduju ali i konkurišu, kako bi obezbjedili visoko efikasna i efektivna logistička rješenja i omogućili stvaranje novih inovativnih rješenja [1].

Integrirana mreža lanca snabdijevanja (*Integrated Supply Chain Network - ISCN*) je skup nezavisnih kompanija, koje posjeduju komplementarne vještine i integrirane su sa modernizovanim materijalima, informacijama i

finansijskim tokovima, koje rade zajedno da zadovolje potražnju na tržištu. ISCN bi se trebala sastojati od najboljih dobavljača, proizvođača, trgovaca i servisnih provajdera koji su okupljeni zajedno oko logističke mreže 3PLs, dok internet i finansijsku mrežu obezbjeđuje banka (slika 2). Informacije o potrebama tržišta i prognoze se dostavljaju svim zainteresovanim stranama u ISCN kroz informacionu mrežu (obično preko interneta). Ovo inicira kretanje materijala kroz ISCN, preko logističke mreže se obavlja transport materijala iz jednog proizvodnog pogona u drugi sve dok gotovi proizvodi konačno ne stignu kupcu. Prenos materijala između kompanija u ISCN kroz logističku mrežu aktivira ciklus plaćanja kroz finansijsku mrežu.



Slika 2: Integrirana mreža lanca snabdijevanja[1]

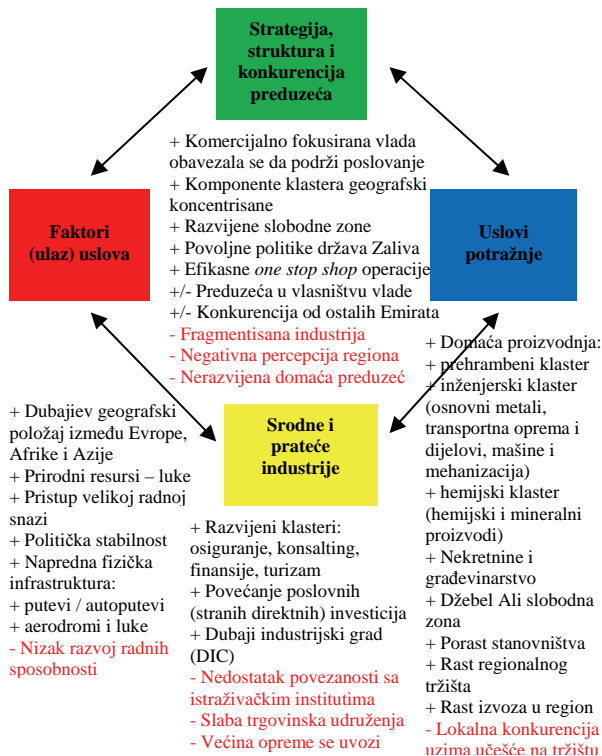
U vezi sa ISCN konceptom treba pomenuti i elektronsko poslovanje (*e-commerce*), kao poslovni koncept koji je u velikoj mjeri uslovljen i omogućen razvojem interneta i informacionih tehnologija. Integracija e-poslovanja omogućava da se iz okruženja transportno-logistički centar posmatra kao jedno preduzeće, iako se sastoji iz većeg broja manjih preduzeća.

Razvoj transportno-logističkih klastera bazira na aktuelnom stanju i trendovima u savremenom svijetu ali i na detaljnoj analizi pogodnosti i konkurentnosti regiona za takav model poslovanja. Za analizu konkurentnosti preduzeća, klastera ili regiona, često se koristi „dijamant“ model Majkla Portera. Porterov model je zasnovan na četiri kompleksna atributa koji čine osnovu odgovora na pitanje: da li klaster ima ili nema pogodno tlo u stvaranju konkurentne prednosti. Ove četiri međuzavisne odrednice su: faktor uslova, uslovi potražnje, srodne i prateće industrije, strategija, struktura i konkurencija preduzeća.

5. PRIMJERI TLK

5.1. TLK u Dubajiu

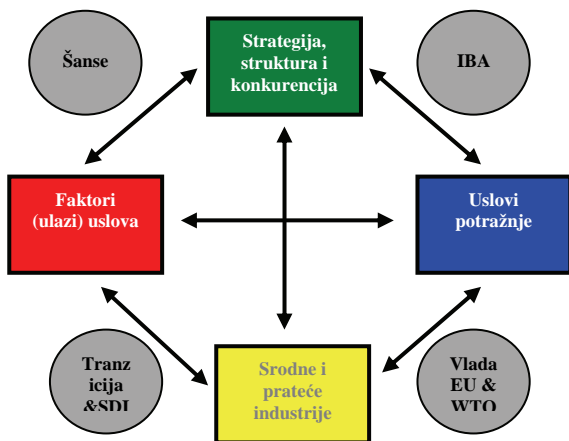
Klaster transporta i logisike u Dubajiu predstavljaju dvije slobodne zone [6]: Džebel Ali slobodna zona (JAFZA) i Dubaji industrijski grad (DIC). One su međusobno integrirane logističkom platformom sa svim vidovima transporta, logističkim uslugama dodate vrijednosti, uključujući laku proizvodnju i sastavljanje, sa jedinstvenom carinskom vezom i sve to u oblasti slobodne zone. Na slici 3. prikazan je „dijamant“ model transportno-logističkog klastera u Dubajiu.



Slika 3: „Dijamant” analiza TLK-a u Dubajju [6]

5.2. Sjeverozapadni ruski TLK (finska perspektiva)

Transportne veze imaju važnu ulogu u ekonomiji sjeverozapadne Rusije u obliku trgovine i tranzitnog saobraćaja. Dok se privredni rast očekuje uglavnom u sektoru usluga, rast proizvodnog sektora je takođe jak, što znači veću potražnju za transportom. Glavna transportna aglomeracija u sjeverozapadnoj Rusiji je Sankt Petersburg sa svojim pomorskim i riječnim lukama, drumskim i željezničkim čvorištima, kao i najvećim aerodromom u sjeverozapadnoj Rusiji. Osnovne usluge u sjeverozapadnom ruskom transportno-logističkom klasteru su transport i rukovanje robom i putnicima [7]. Ruski transportno-logistički klaster može se opisati pomoću korigovanog „dijamant” modela (slika 4), na koji utiču četiri standardna i nekoliko spoljnih faktora: faktor šansi, uloga vlade, međunarodna poslovna aktivnost (IBA), ekonomska tranzicija, Evropska unija (EU) i Svjetska trgovinska organizacija (WTO).



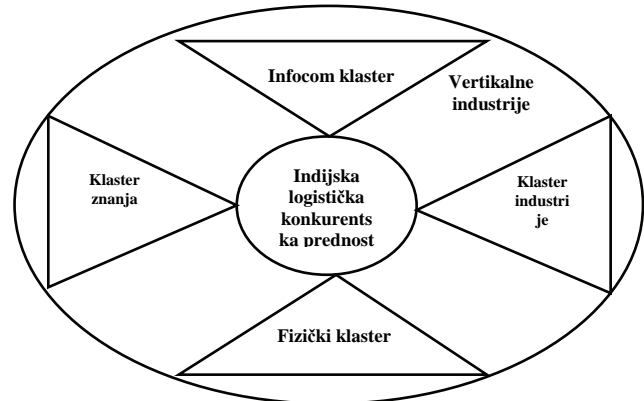
Slika 4: Ruski korigovani „dijamant” model

5.3. Klaster lanca snabdijevanja u Indiji

Logistika u Indiji podržava tri sektora privrede [1]: poljoprivredu, industriju i uslužne djelatnosti. Poljoprivredni sektor se sastoji od nekoliko međusobno povezanih lanaca vrijednosti:

- poljoprivredni lanac vrijednosti,
- podrška proizvodnim uslugama i
- lanac vrijednosti prerađene (konzervirane) hrane.

Jedan od načina da se poboljša konkurentnost indijske logističke industrije a time i industrijskog sektora jeste identifikovanje i integracija različitih aktera u industriji. Specifične aktivnosti trebale bi biti vođene strategijom uravnoteženog ulaganja u informaciona i fizička sredstva, u stvaranje znanja i razvoj industrije (slika 5).



Slika 5: Sticanje konkurentnosti kroz razvoj logističkih podklastera [1]

Učesnici fizičkog podklastera su: izvođači infrastrukture, menadžeri infrastrukture, logistička udruženja i provajderi logističkih usluga (3PLs).

U okviru informacionog podklastera nalaze se sledeći učesnici: telekomunikaciona industrija, provajderi tehnoloških usluga, sadržaj, berze i portali, kao i integracija poslovnih partnera.

Podklaster znanja čine univerziteti, istraživački centri, konsultantska preduzeća i oni imaju ključnu ulogu u identifikovanju ispravnog pravca za kretanje industrije.

Podklaster vertikalne industrije čine: industrije podrške, integratori sistema, transportne i logističke kompanije, kompanije vertikalne industrije (dobavljači, proizvođači, distributeri, maloprodaje).

5.4. Klaster transporta i logistike Vojvodine

KTLV je osnovan polovinom 2011. godine od strane 28 osnivača, među kojima su preduzeća iz proizvodnog i uslužnog sektora, nekoliko riječnih luka, špedicija, veliki sistemi kao što je JP „Železnice Srbije,” lokalne samouprave, kao i potporne institucije iz sfere obrazovanja [8]. Svrha osnivanja klastera je povezivanje poslovnih subjekata iz svih vidova saobraćaja, transporta i logistike, kao i uvođenje savremenih tehnologija transporta kroz razvoj intermodalnih tehnologija, čime bi se obezbjedili uslovi za racionalan i isplativ transport. Tri osnovna cilja klastera transporta i logistike Vojvodine su:

1. razvoj i promocija transporta i logistike u Vojvodini kao dijelu evropskog i globalnog poslovnog prostora,

2. identifikacija ključnih elemenata tehnologije transporta i logistike u regionu, njihove prednosti, slabosti, mogućnosti i izazovi,
3. utvrđivanje i praćenje tokova roba u regionu i u međunarodnim tokovima, formiranje baze podataka.

Neki od definisanih strateških interesa učesnika KTLV su: razvoj intermodalnog terminala, revitalizacija pruga i staničnih kolosijeka, uspostavljanje putničkog i robnog saobraćaja, intermodalni prevoz, izrada projekata, konsultantske usluge, projektovanje i izvođenje radova na željeznici, redovan (linijski) transport robe. Pored pomenutih pojedinačnih interesa članova klastera, oni međusobno i saraduju. Tako, na primer, oni rade na zajedničkim projektima kao što su: umrežavanje klastera, formiranje grupacija, konkurisanje za inovativne klustere. Prirodno-geografske karakteristike Vojvodine definišu ovu pokrajinu kao izrazito ravničarsko područje koje ima veliki potencijal za razvoj poljoprivrede. Kroz pokrajinu prolaze i dva važna koridora od kojih je jedan vodni (koridor VII ili Dunavski) a jedan drumski (koridor X). Ove činjenice ukazuju na velike mogućnosti kako za razvoj poljoprivrede na ovom području, tako i za razvoj industrije i uslužnih djelatnosti. Preduzeća koja su uključena u KTLV moraju sama da prepoznaju puteve svog razvoja, da iskoriste državne podsticaje i da sklapaju ugovore o partnerstvu koji obavezuju sve članove klastera da pružaju odgovarajući nivo usluge korisnicima.

6. ZAKLJUČAK

Primeri uspješnog poslovanja klastera u proizvodnoj industriji u državama EU kao što su Nemačka, Italija, Francuska, i dr., uticali su da srodna preduzeća iz transportnog sektora počnu sa primenom istog modela poslovanja tj. da počnu sa osnivanjem transportno-logističkih klastera.

Razvoj transportno-logističkih klastera je jedan od načina za podizanje ekonomije regiona na viši nivo. Svakako jedna od preporuka je kreiranje regionalnih i specijalizovanih klastera (duž koridora, po ulazno-izlaznim tokovima robe, prema specijalističkim djelatnostima, logistički provajderi, prevoznici i slično).

Pored koncepta regionalnih klastera po koridoru, predlaže se implementacija savremenih elektronskih komunikacija u domenu regionalne saradnje. Stavka za koju je potrebno najviše vremena i novaca je obrada transportne dokumentacije. Prema tome, investicije u nacionalni trgovinski sistem eliminišaće trgovinske neefikasnosti i značajno poboljšati ekonomsku konkurentnost.

Dalji razvoj KTLV usko je povezan sa razvojem poljoprivrede, industrije i uslužnih djelatnosti. Da bi se dobila konkurentnost neophodno je da jačaju međusobne veze između ova tri sektora privrede i logističkog sektora. Efikasan logistički sistem može da smanji troškove ostalih sektora privrede čineći tako da njihova ponuda bude globalno konkurentna. Obratno, povećana tražnja za globalno konkurentnim proizvodima stvara ekonomiju obima za logističke operacije.

Pored pomenutih inicijativa i državne podrške, važno je da postoji prirodna veza između preduzeća koja obrazuju klaster, jer klaster ne funkcioniše ukoliko mu je nametnuta povezanost. Samo dobrom saradnjom može se postići viši nivo konkurentnosti i uspješnosti. Načini pomoću kojih će preduzeća KTLV podstaći konkurentnost industrije na domaćem i međunarodnom tržištu su: rastom produktivnosti, inovativnošću i osnivanjem novih preduzeća.

Za analizu konkurentnosti klastera transporta i logistike Vojvodine može se koristiti korigovani „dijamant” model sa 4 standardna faktora i uz dodatak 5 spoljnih faktora.

7. LITERATURA

- [1] Viswanadham N. and Gaonkar Roshan, „Leveraging logistics to enhance Indian economic competitiveness,” CII Logistics 2001 Theme Paper, *The Logistics Institute – Asia Pacific National University of Singapore*, 10 Kent Ridge Crescent, Singapore -119260
- [2] Gajić, V. Skripta sa predavanja iz predmeta: Oblikovanje logističkih procesa u lancima snabdijevanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2011.
- [3] Mičić, V. „Klasteri – faktor unapređenja konkurentnosti industrije Srbije,” *Ekonomski fakultet u Kragujevcu*, Ekonomski horizonti, 2010, 12, (2) str. 57-74.
- [4] Morača, S. „Strategija uspostavljanja i razvoja klastera u AP Vojvodini – draft verzija,” *Pokrajinski sekretarijat za privredu, Centar za konkurentnost i razvoj klastera*, Izvršno veće AP Vojvodine, Republika Srbija.
- [5] <http://www.clusterobservatory.com/>
- [6] Ashai Zaid, El Dahshan Mohamed, Talati Hilla, Youssefi Parastou, „The Transport and Logistics Cluster in the United Arab Emirates,” *Microeconomics of Competitiveness*, Group Project, May 2007.
- [7] Pekkarinen Olli, „Northwest Russian Transport Logistics Cluster: Finnish perspective,” *Lappeenranta University of Technology, Northern Dimension Research Centre*, P.O.Box 20, FIN-53851 Lappeenranta, Finland, 2005, URL: www.lut.fi/nordi
- [8] <http://www.klaster-ktlv.rs/>

Kratka biografija:



Bojan Despotović je rođen u Bijeljini 1988. god. Diplomski-master rad odbranio je 2014. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja - Lanci snabdijevanja.

SIMULACIJA BER PERFORMANSI 802.11b SISTEMA
SIMULATION OF BER PERFORMANCES IN 802.11b SYSTEMS

 Željko Mijić, Željen Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
Oblast - SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U ovom radu, vršena je simulacija rada 802.11b sistema. Na osnovu dobijenih rezultata poredene su BER performanse DBPSK, DQPSK i CCK modulacija.

Abstract – In this paper, simulation of 802.11b system has been performed. Based on a given results, comparison of BER performance of DBPSK, DQPSK and CCK modulations are made.

Cljučne reči: BER, DBPSK, DQPSK, CCK, 802.11b

1. UVOD

Fizički sloj 802.11b standarda baziran je na prenosu u proširenom spektru putem direktne sekvence – DSSS. Prenos u proširenom spektru zasniva se na širenju propusnog opsega na veći propusni opseg od stvarno potrebnog za prenos signala. Širenje spektra se vrši pseudoslučajnom sekvencom koja je nezavisna od informacionih podataka. Kao efekat modulacije dobija se znatno proširenje propusnog opsega. Glavna prednost prenosa u proširenom spektru jeste otpornost na uskopojasne interferencije.

Bitovi koji čine pseudoslučajnu sekvencu nazivaju se čipovi. Pseudoslučajni kod kojim se vrši širenje spektra signala kod 802.11b sistema naziva se Barkerov kod. Barkerov kod je sastavljen od 11 čipova: 10110111000. Prilikom širenja spektra signala, svaki informacioni bit se sabira po modulu 2 sa ovih 11 bita. Tako se informacioni bit 1 predstavlja kao 01001000111, dok je informacioni bit 0 predstavljen kao 10110111000, odnosno isti je kao Barkerov kod.

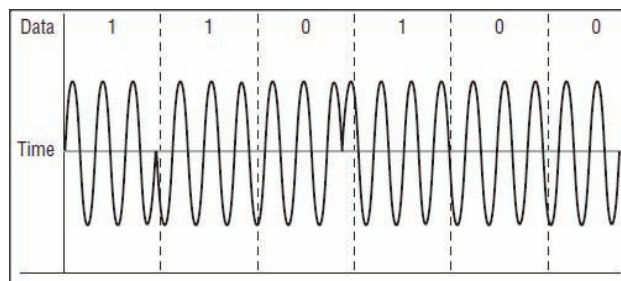
Za različite brzine prenosa koriste se različite vrste modulacije. Kod 802.11b standarda, za brzinu prenosa od 1 Mbps, koristi se diferencijalna binarna fazna modulacija ili skraćeno DBPSK.

Brzine prenosa od 2 Mbps obezbeđene su pomoću diferencijalne kvadrature fazne modulacije ili DQPSK. DBPSK modulacija koristi promenu faze za predstavljanje bitskih nula i jedinica. Prilikom slanja nula, faza signala ostaje nepromenjena, dok se kod slanja jedinica faza signala menja za 180° . DBPSK modulisan signal prikazan je na slici 1 [3].

DBPSK modulacija je ograničena na jedan bit po simbolu. Napredniji predajnici mogu da koduju više bitova po simbolu, pa se tako kod DQPSK modulacije koduje dva bita po simbolu.

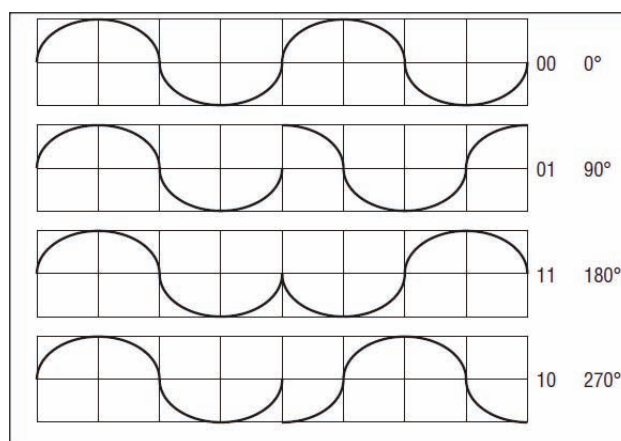
NAPOMENA:

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



Slika 1. DBPSK modulisan signal

Prilikom grupisanja dva bita postoje četiri moguće kombinacije njihovog pojavljivanja (00,01,10,11), pa je zato potrebno imati četiri fazne promene za predstavljanje svake kombinacije. Fazni prelazi prikazani su na slici 2 [3].



Slika 2. DQPSK modulacija

Sa slike 2 se vidi da se faza signala signala za simbol 00 ne menja, za simbol 01 faza signla se menja za 90° , za simbol 11 faza signala se menja za 180° i za simbol 10 faza signala se menja za 270° . Na ovakav način obezbeđena je brzina prenosa od 2 Mbps. Za veće brzine prenosa potrebno je kodovati više bita po simbolu. DQPSK modulacija zahteva prijemnike koji razlikuju promenu faze signala za $\pi/2$.

Dalje povećavanje bita po simbolu zahtevalo bi razlikovanje još manjih faznih promena, reda $\pi/4$, $\pi/8$ itd. Detektovanje manjih faznih promena je znatno teže zbog prisustva interferencije i zahteva upotrebu mnogo skuplje elektronike.

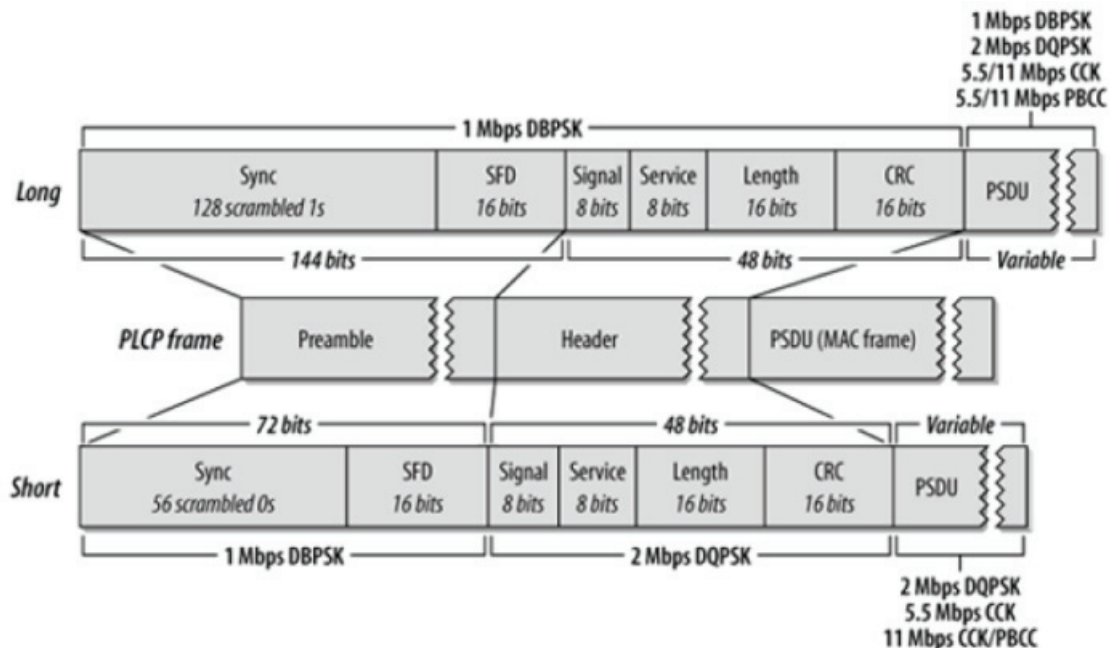
Zbog ovih razloga razvijena je alternativna metoda kodovanja podataka koja koristi komplementarne kodove i naziva se CCK kodovanje (eng. Complementary Code Keying). IEEE 802.11 DS sistemi emituju 11 miliona čipova u sekundi. Kod osnovnog 802.11 standarda čipovi su grupisani u niz od po 11 bita (Barkerov kod).

Svake sekunde se emituje milion Barkerovih kodova i u zavisnosti od broja bita po simbolu daje brzine od 1 Mbps ili 2 Mbps. Kod CCK kodovanja, umesto fiksnog 11-bitnog Barkerovog koda, čipovi su podeljeni na više 8-bitnih kodova. Pomoću tih kodova moguće je kodovati 4 bita po simbolu za brzinu od 5,5 Mbps (sada se svake sekunde emituje 1,375 miliona kodova i sa 4 bita po simbolu daju brzinu od 5,5 Mbps) ili čak 8 bita po simbolu za brzinu od 11 Mbps.

Razlika između širenja spektra signala Barkerovim kodom i CCK kodovima jeste u tome što se CCK kodovi koriste i za prenos informacija i za širenje spektra signala.

2. Format 802.11b PPDU frejma

MAC frejmovi se u PLCP podsloju enkapsuliraju u PPDU frejmu. PLCP podsloj MAC frejmovima dodaje preambulu i zaglavlje. Preambula služi za sinhronizaciju predajnika i prijemnika i sastoji se od Sync polja i SFD polja. Posle preambule dolazi zaglavlje, koje se sastoji od četiri polja (Signal, Service, Length i CRC). Postoje dva formata PPDU frejma: PPDU frejmu sa dugačkim formatom i PPDU frejmu sa kratkim formatom. Njihova struktura je prikazana na slici 3 [2].



Slika 3. Format 802.11b PPDU frejma

PPDU frejmovi sa dugačkim formatom su se koristili kod originalnog 802.11 fizičkog sloja. Dužina preambule kod ovog formata iznosi 144 bita. Kao što je već pomenuto, preambula se sastoji od dva polja: Sync polje i SFD polje. Sync polje je veličine 128 bita, koji imaju vrednost 1 i služi za sinhronizaciju.

SFD polje je veličine 16 bita i pomaže prijemniku da pronađe početak frejma, čak i ako su neki bitovi iz sync polja izgubljeni. Preambula se šalje brzinom od 1 Mbps, koristeći DBPSK modulaciju.

Posle preambule, dolazi zaglavlje PPDU frejma koje se sastoji od četiri polja. Polje Signal sadrži informaciju o brzini prenosa kojom se šalje enkapsulirani MAC frejmu. Polje Length sadrži broj koji označava vreme u mikrosekundama, koje je potrebno da se pošalje enkapsulirani MAC frejmu.

U CRC polju nalazi se CRC kod koji predajna stanica računa nad poljima u zaglavlju. Na osnovu ovog polja, prijemna stanica može da proveri da li je zaglavlje ispravno primljeno. Zaglavlje se emituje istom brzinom kao preambula, koristeći DBPSK modulaciju.

Ukupna dužina zaglavlja i preambule iznosi 192 bita i njihovo trajanje pri brzini prenosa od 1 Mbps iznosi 192 μ s. U cilju poboljšanja efikasnosti protokola, dizajneri 802.11b standarda osmislili su PPDU frejmu sa kratkim formatom. Kod kratkog formata PPDU frejma, sync polje je smanjeno sa 128 bita na 56 bita. Preambula se i dalje

šalje brzinom od 1 Mbps. PLCP zaglavlje je ostalo iste dužine, ali se šalje brzinom od 2 Mbps i sada duplo kraće traje. Ukupno trajanje preambule i zaglavlja sada iznosi 96 μ s.

3. Opis modela i simulacije

Simulacija BER performansi vršena je pomoću simulacionog modela IEEE® 802.11b WLAN Physical Layer, koji je implementiran u programskom paketu matlab. Model podržava brzine prenosa od 1 Mbps, 2 Mbps, 5,5 Mbps i 11 Mbps, koristeći DBPSK, DQPSK i CCK modulaciju.

Za svaku modulaciju meren je broj grešaka u prenosu za različite E_s/N_0 vrednosti. Na osnovu broja grešaka u prenosu i broja prenesenih bitova, dobijene su BER vrednosti u procentima. Za duže periode simulacije (veći broj prenesenih bita) i visok broj grešaka u prenosu, BER vrednosti se mogu smatrati približnom procenom verovatnoće greške u prenosu.

Na osnovu IEEE 802.11b standarda, broj grešaka u frejmu – FER mora biti ispod $8 * 10^{-2}$, za PSDU frejmu dužine 1024 okteta. Za pretvaranje FER vrednosti u BER vrednost koristi se sledeća formula [1]:

$$P_b = 1 - (1 - P)^{\frac{1}{N}} \quad (1)$$

gde je P_b - verovatnoća greške, P – verovatnoća greške u frejmu i N – broj prenetih bita. Prema 802.11b specifikaciji BER vrednost je :

$$P_b = 1 - (1 - 8 \times 10^{-2})^{\frac{1}{8192}} = 1,0178 \times 10^{-5}, (2)$$

koja je zaokružena na 1×10^{-5} . Ova vrednost definiše senzitivnost 802.11b prijemnika.

Na osnovu rezultata simulacije poređene su BER performanse za pomenute modulacije. Kako bi podaci simulacije bili statistički značajni, trajanje simulacije je ograničeno na pojavu 100 ili više grešaka u prenosu ili na prenos 10^8 bita.

Kada se ispuni jedan od ova dva kriterijuma, simulacija se prekida. Šum u kanalu je modelovan kao AWGN. BER vrednosti su merene na preambuli, zaglavlju i telu frejma.

4. Simulacija BER performansi DBPSK modulacije

Rezultati simulacije za DBPSK modulaciju prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Rezultati simulacije DBPSK modulacije

Es/No	BER		
	Preambula	Zaglavlje	Telo frejma
0	0.001544	0.00463	0.001397
1	0	0.00119	0.0003592
2	0.0001129	0.0003388	0.0000605
3	0.00005646	0.0003388	0.000008932
4	0	0	0.00000022

Na osnovu prikazanih rezultata simulacije vidi se da je pojava grešaka zastupljena u svim delovima frejma. Za Es/No vrednost od 0 dB, BER vrednosti su reda 10^{-3} za sva tri dela frejma.

Povećavajući Es/No vrednost, BER vrednosti se značajno smanjuju. To je posebno naglašeno za telo frejma, gde se za svaki dodati decibel, BER vrednost smanjuje grubo za jedan red veličina. BER vrednosti za preambulu i zaglavlje, takođe se smanjuju sa porastom Es/No vrednosti, ali sporijim tempom. Razlog ovome jeste dužina preambule i zaglavlja.

Dužina preambule i zaglavlja je 192 bita, a telo frejma je dužine 8192 bita.

Da bi podaci simulacije bili statistički validni simulacija ima dva pomenuta kriterijuma za stopiranje. BER vrednosti za datu Es/No vrednost u realnosti su isti za sve delove frejma.

Ali, pošto je telo frejma mnogo puta veće od preambule i zaglavlja, broj poređenih bita će biti mnogo veći i kriterijumi za stopiranje simulacije će se ispuniti brže u odnosu na preambulu i zaglavlje.

Kada se simulacija zaustavi, broj poređenih bita u preambuli i zaglavlju je mnogo manji, pa zbog toga su dobijeni podaci statistički manje validni od dobijenih podataka za telo frejma.

Na osnovu simulacionih podataka, vidi se da zahtevana Es/No vrednost za pouzdanu demodulaciju iznosi 3 dB. To je dosta mala vrednost i veoma se razlikuje od teoretske vrednosti.

5. Simulacija BER performansi DQPSK modulacije

Rezultati simulacije za DQPSK modulaciju prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Rezultati simulacije DQPSK modulacije

Es/No	BER vrednosti		
	Preambula	Zaglavlje	Telo Frejma
0	0	0	0.03553
1	0	0	0.02076
2	0	0	0.01172
3	0	0	0.005372
4	0	0	0.002035
5	0	0	0.000685
6	0	0	0.0001221
7	0	0	0.00002192
8	0	0	0.000001983
9	0	0	0.0000002

Pogledom na prikazane rezultate simulacije u tabeli 17, primećuje se da su BER vrednosti za preambulu i zaglavlje frejma za svaku Es/No vrednost jednake nuli. Objašnjenje za ovakve vrednosti je isto kao u prethodnom slučaju.

Broj poređenih bita u simulaciji za preambulu i zaglavlje frejma je toliko mali da se u njima nije pojavila ni jedna greška.

Pošto se koristi skraćena preambula, taj broj je još manji u odnosu na prethodni slučaj. Preambula i zaglavlje se i dalje modulišu DBPSK modulacijom, koja je otpornija na pojavu grešaka od DQPSK modulacije. To znači da je broj grešaka kod DQPSK modulacije veći, što rezultati simulacije i potvrđuju. Ako pogledamo BER vrednosti za telo frejma, primetićemo da su BER vrednosti veće u poređenju sa vrednostima kod DBPSK. Povećanjem Es/No vrednosti, BER vrednosti se smanjuju, ali znatno sporije u poređenju sa BER vrednostima kod DBPSK modulacije.

Prihvatljive BER performanse se ostvaruju pri vrednosti Es/No od 8 dB. Za razliku od prethodne, ova vrednost je mnogo bliža teoretskoj vrednosti.

6. Simulacija BER performansi CCK modulacije

Simulacija BER performansi CCK modulacije vršena je za brzine prenosa od 5.5 Mbps i 11 Mbps. Rezultati simulacije za brzinu prenosa od 5.5 Mbps prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3. Rezultati simulacije CCK-5.5 modulacije

Es/No	BER vrednosti		
	Preambula	Zaglavlje	Telo frejma
0	0	0.0438	0.137
2	0	0	0.05079
4	0	0	0.009095
6	0	0	0.0008894
8	0	0	0.00002761
9	0	0	0.000003805
10	0	0	0.00000036

Na osnovu rezultata simulacije vidi se da su BER performanse CCK modulacije malo lošije u poređenju sa BER performansama DQPSK modulacije. Sa povećanjem Es/No vrednosti, BER vrednosti polako opadaju i dostižu prihvatljivu vrednost kada je Es/No = 9 dB ili više. U tabeli 4, prikazani su rezultati simulacije CCK modulacije pri brzini prenosa od 11 Mbps.

Tabela 4. Rezultati simulacije CCK-11 modulacije

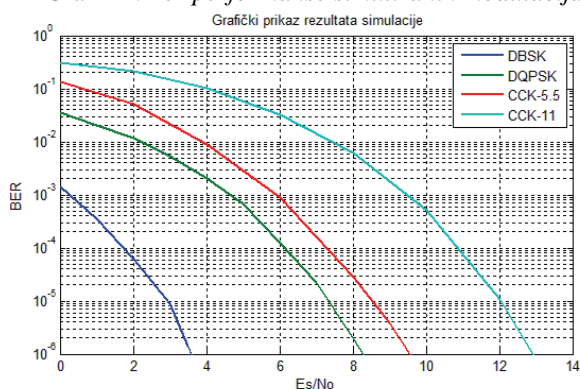
Es/No	BER vrednosti		
	Preambula	Zaglavlje	Telo Frejma
0	0	0.06522	0.3068
2	0	0	0.2105
4	0	0.02174	0.1038
6	0	0	0.03272
8	0	0	0.006226
10	0	0	0.0005137
12	0	0	0.00001085
13	0	0	0.0000008199
14	0	0	0.00000008999

Rezultati simulacije za brzinu prenosa od 11 Mbps pokazuju najlošije BER performanse, u odnosu na prethodne simulacije. Početne BER vrednosti su najveće i sa povećanjem Es/No vrednosti najsporije se smanjuju, u poređenju sa vrednostima kod prethodnih simulacija. Prihvatljive BER vrednosti su dobijene za vrednost Es/No = 12 dB.

7. Zaključak

Na osnovu rezultata simulacije, na grafiku 1 upoređene su BER performanse DBPSK, DQPSK i CCK modulacije.

Grafik 1. Ber performanse simuliranih modulacija



Sa grafika se jasno vidi da pomenute modulacije dostižu iste BER performanse za različite Es/No vrednosti. Najbolje BER performanse ima DBPSK modulacija, koja prihvatljive BER vrednosti dostiže već za vrednost Es/No = 3 dB. To znači da je ova modulacija najotpornija na uticaj šuma. Sledeća modulacija sa najboljim performansama je DQPSK.

Ova modulacija dostiže prihvatljive BER vrednosti za Es/No = 8 dB. Najlošije performanse ostvaruje CCK modulacija, koja iste BER performanse dostiže za Es/No vrednosti od 9 dB, za brzinu od 5.5 Mbps i 12 dB, za brzinu prenosa od 11 Mbps. Ako se pogleda koliko bita po simbolu modulacija prenosi, primećuje se da modulacije koje prenose manji broj bita po simbolu imaju bolje BER performanse. Za posledicu ove modulacije imaju manje brzine prenosa. Rezultati simulacije, u pogledu BER performansi su očekivani, bez obzira što se Es/No vrednosti kojima se dostižu te performanse ne poklapaju sa teoretskim vrednostima.

8. LITERATURA

- [1] Magnus Lindgren, *Physical Layer Simulations of the IEEE 802.11b Wireless LAN Standard*, str.27, 2001.godina
- [2] Matthew Gast *802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide, second edition* O'Reilly, str.314, 2005. godina.
- [3] Todd Lammle *CCNA Wireless Study Guide* Wiley Publishing , str. 89-90, 2010. godina.

Kratka biografija:



Željko Mijić rođen je u Bijeljini 1988. god. Diplomski-master rad odbranio je 2014. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaj – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije.

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2013. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Đorđe Ćosić	Milan Rapajić	Slavica Mitrović
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Lađinović	Milan Simeunović	Slavko Đurić
Aleksandar Ristić	Đorđe Obradović	Milan Trifković	Slobodan Dudić
Bato Kamberović	Đorđe Vukelić	Milan Trivunić	Slobodan Krnjetin
Biljana Njegovan	Đura Oros	Milan Vidaković	Slobodan Morača
Bogdan Kuzmanović	Đurđica Stojanović	Milena Krklješ	Sonja Ristić
Bojan Batinić	Emil Šećerov	Milica Kostreš	Srđan Kolaković
Bojan Lalić	Filip Kulić	Milica Miličić	Srđan Popov
Bojan Tepavčević	Goran Sladić	Milinko Vasić	Srđan Vukmirović
Bojana Beronja	Goran Švenda	Miloš Slankamenac	Staniša Dautović
Branislav Atlagić	Gordana	Miloš Živanov	Stevan Milisavljević
Branislav Nerandžić	Milosavljević	Milovan Lazarević	Stevan Stankovski
Branislav Veselinov	Gordana Ostojić	Miodrag Hadžistević	Strahil Gušavac
Branislava Kostić	Igor Budak	Miodrag Zuković	Svetlana Nikoličić
Branislava	Igor Dejanović	Mirjana Damjanović	Tanja Kočetov
Novaković	Igor Karlović	Mirjana Malešev	Tatjana Lončar
Branka Nakomčić	Ilija Kovačević	Mirjana Radeka	Turukalo
Branko Milosavljević	Ivan Beker	Mirjana Vojnović	Todor Bačkalić
Branko Škorić	Ivan Tričković	Miloradov	Toša Ninkov
Cvijan Krsmanović	Ivan Župunski	Mirko Borisov	Uroš Nedeljković
Damir Đaković	Ivana Katić	Miro Govedarica	Valentina Basarić
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Hajduković	Velimir Čongradec
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Miroslav Nimrihter	Velimir Todić
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Miroslav Plančak	Veljko Malbaša
Darko Reba	Jeličić	Miroslav Popović	Veran Vasić
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mitar Jocanović	Veselin Avdalović
Dragan Ivanović	Jelena Kiurski	Mladen Kovačević	Veselin Perović
Dragan Ivetić	Jelena kovačević	Mladen Radišić	Vladan Radlovački
Dragan Jovanović	Jureša	Momčilo Kujačić	Vladimir Katić
Dragan Kukolj	Jelena Radonić	Nađa Kurtović	Vladimir Radenković
Dragan Mrkšić	Jovan Petrović	Nebojša Pjevalica	Vladimir Strezoski
Dragan Pejić	Jovan Tepić	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Škiljajica
Dragan Šešlija	Jovan Vladić	Nemanja	Vlado Delić
Dragana Bajić	Jovanka Pantović	Stanisavljević	Vlastimir
Dragana	Karl Mičkei	Nenad Katić	Radonjanin
Konstantinović	Katarina Gerić	Nikola Brkljač	Vuk Bogdanović
Dragana Šarac	Ksenija Hiel	Nikola Đurić	Zdravko Tešić
Dragana Štrbac	Laslo Nađ	Nikola Jorgovanović	Zora Konjović
Dragi Radomirović	Leposava Grubić	Nikola Radaković	Zoran Anišić
Dragiša Vilotić	Nešić	Ninoslav Zuber	Zoran Brujic
Dragoljub Novaković	Livija Cvetičanin	Ognjen Lužanin	Zoran Jeličić
Dragoljub Šević	Ljiljana Vukajlov	Pavel Kovač	Zoran Mijatović
Dubravka Bojanić	Ljiljana Cvetković	Peđa Atanasković	Zoran Milojević
Dušan Dobromirov	Ljubica Duđak	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Dušan Gvozdenac	Maja Turk Sekulić	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Dušan Kovačević	Maša Bukurov	Radivoje Rinulović	Željko Trpovski
Dušan Sakulski	Matija Stipić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Dušan Uzelac	Milan Kovačević	Radovan Štulić	
Duško Bekut	Milan Rackov	Rastislav Šostakov	