



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXXI

Број: 7/2016

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“

Година: XXXI

Свеска: 7

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад

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

Уредништво:

Проф. др Раде Дорословачки

Проф. др Драгиша Вилотић

Проф. др Срђан Колаковић

Проф. др Владимир Катић

Проф. др Драган Шешилија

Проф. др Миодраг Хаџистевић

Проф. др Растислав Шостаков

Доц. др Мирослав Кљајић

Доц. др Бојан Лалић

Доц. др Дејан Убавин

Проф. др Никола Јорговановић

Доц. др Борис Думнић

Проф. др Дарко Реба

Проф. др Ђорђе Лађиновић

Проф. др Драган Јовановић

Проф. др Мила Стојаковић

Проф. др Драган Спасић

Проф. др Драгољуб Новаковић

Редакција:

Проф. др Владимир Катић, главни уредник

Проф. др Жељен Трповски, технички уредник

Проф. др Драган Шешилија

Проф. др Драгољуб Новаковић

Др Иван Пинћур

Бисерка Милетић

Језичка редакција:

Бисерка Милетић, лектор

Софија Рацков, коректор

Марина Катић, преводилац

Издавачки савет:

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

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

СIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)

62

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

Двомесечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

Пред вама је седма 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 31.08.2016. до 26.09.2016. год., а који се промовишу 27.01.2017. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова.

Известан број кандидата објавили су радове на некој од домаћих научних конференција или у неком од часописа.

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 7., објављени су радови из области:

- машинства,
- електротехнике и рачунарства,
- грађевинарства,
- саобраћаја,
- архитектуре,
- инжењерства заштите животне средине,
- мехатронике.

У свесци са редним бројем 8. објављени су радови из области:

- графичког инжењерства и дизајна,
- инжењерског менаџмента,
- геодезије и геоматике,
- регионалне политике и развоја и
- инжењерства информационих система.

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

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

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

SADRŽAJ

	STRANA
Radovi iz oblasti: Mašinstvo	
1. Dušan Radić, TEHNIČKO REŠENJE POSTROJENJA ZA GREJANJE, VENTILACIJU I KLIMATIZACIJU INDUSTRIJSKOG OBJEKTA	1239-1241
2. Srđan Spremo, Vladimir Pucovski, Marin Gostimirović, ULTRAZVUČNA OBRADA I PRORAČUN KONCENTRATORA ULTRAZVUČNIH OSCILACIJA	1242-1245
3. Aleksandar Damjanov, Branko Štrbac, Miodrag Hadžistević, ANALIZA FAZE MERENJA U 6σ METODOLOGIJI	1246-1249
4. Miloš Pantić, PRIMENA NEKONVENCIONALNIH SISTEMA GREJANJA, HLAĐENJA I PRIPREME TOPLE POTROŠNE VODE PORODIČNOG OBJEKTA	1250-1253
5. Branimir Stevanović, UNUTRAŠNJA GASNA INSTALACIJA INFRACRVENOG SISTEMA GREJANJA HALE SPORTOVA U TRSTENIKU	1254-1256
6. Aleksandar Popović, UTICAJ USTRUJNIH USLOVA NA TAČNOST MERENJA PROTOKA VAZDUHA KOLENOM	1257-1260
Radovi iz oblasti: Elektrotehnika i računarstvo	
1. Nemanja Šešlija, KREIRANJE MODELA DISTRIBUTIVNE MREŽE ZA DMS PRORAČUNE	1261-1264
2. Snežana Pejčić, Željko Trpovski, IP VIDEO NADZOR	1265-1268
3. Luka Vučković, CORS – IMPLEMENTACIJA APLIKACIJE ZA PRODAJU NA INTERNETU KORIŠĆENJEM COMMAND QUERY RESPONSIBILITY SEPARATION ŠABLONA	1269-1272
4. Atila Šoš, SDL TRIDION CMS U SLUŽBI E-OBRAZOVANJA	1273-1276

	STRANA
5. Darko Jović, Vladimir Katić, ENERGETSKA POLITIKA U EU I SRBIJI SA ASPEKTA PRIMENE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE	1277-1280
6. Jela Bošnjak, Boris Dumnić, SAMOPOBUDNI ASINHRONI GENERATOR POGONJEN VETROTURBINOM PROMENJIVE BRZINE OBRTANJA	1281-1284
7. Milan Pecelj, Boris Dumnić, Bane Popadić, IMPLEMENTACIJA I TESTIRANJE TEHNIKE UPRAVLJANJA PRETVARAČEM POVEZANIM NA ELEKTRIČNU MREŽU	1285-1288
8. Ivan Jokić, Vladimir Rajs, Živorad Mihajlović, SISTEM ZA MERENJE ZAGAĐENJA ŽIVOTNE SREDINE BAZIRAN NA RASPBERRY PI MINI RAČUNARU	1289-1292
9. Robert Šoš, SOFTVERSKO REŠENJE ZA UNAPREĐENJE PROCESA ODOBRAVANJA GOTOVINSKIH KREDITA FIZIČKIM LICIMA	1293-1296
10. Vladimir Fejsov, Vojin Šenk, BIDIREKSIONI SISTOLIČKI STEK ALGORITAM ZA SEKVENCIJALNO DEKODOVANJE TRELIS KODOVA	1297-1300
11. Ksenija Vujić, Dejan Nemec, ANDROID OPERATIVNI SISTEM I TEHNIKE TESTIRANJA	1301-1304
12. Dejan Babić, OPTIMALNA REKONFIGURACIJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA	1305-1308

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Tamara Ilić, ANALIZA MOGUĆNOSTI MKE MODELIRANJA STAMBENIH OBJEKATA MALE SPRATNOSTI - STAMBENA ZGRADA G+P+4	1309-1312
2. Nataša Roksandić, PROJEKAT VIŠESPRATNE STAMBENO- POSLOVNE ZGRADE SA ANALIZOM PLOČA NA PROBIJANJE	1313-1316
3. Emil Jocković, REKONSTRUKCIJA NASIPA NA TISI MAKOŠ-ŽUTI BREG	1317-1320
4. Darko Mirković, Jasmina Dražić, TEHNOLOŠKA ANALIZA PROCESA PREFABRIKACIJE STUBOVA ZA SISTEM PROTIVGRADNIH MREŽA	1321-1324

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Nikola Aleksić, RAZVOJ CEP KAO PODRŠKA SNABDEVANJU POLJOPRIVREDNIH GAZDINSTAVA	1325-1328
2. Zoran Vraneš, Siniša Sremac, TRANSPORT OPASNOG TERETA KURIRSKIM SLUŽBAMA	1329-1332
3. Boris Čulibrk, ANALIZA SKLADIŠNIH TEHNOLOGIJA U FUNKCIJI KOMISIONIRANJA	1333-1336
4. Dušanka Ljevnaić, NESTANDARDIZOVANE TOVARNO-MANIPULATIVNE JEDINICE DRUMSKO- ŽELEZNIČKOG KOMBINOVANOG TRANSPORTA	1337-1340

	STRANA
5. Jelena Vranić, Đurđica Stojanović, KARAKTERISTIKE KARBONSKOG OTISKA VOZNOG PARKA PREDUZEĆA JEZERO D.O.O. KRAGUJEVAC	1341-1344
6. Timea Ador, KONCEPT DIREKTNIH LANACA SNABDEVANJA HRANOM	1345-1348
7. Dejan Todorić, Dejan Nemec, PRENOS PODATAKA PREKO KABLOVSKIH DISTRIBUCIONIH SISTEMA	1349-1352
8. Miloško Lazarević, PRIMENA SAVREMENIH TEHNOLOGIJA U KOMISIONIRANJU ROBE	1353-1356

Radovi iz oblasti: Arhitektura

1. Ivana Andrić, Dragana Konstantinović, KOMPLEKS ZA STARA LICA U LOZNICI	1357-1360
--	-----------

Radovi iz oblasti: Inženjerstvo životne sredine

1. Jelena Erić, ANALIZA MOGUĆNOSTI ZA SANACIJU I REMEDIJACIJU DEPONIJ U ZRENJANINU	1361-1364
2. Aleksandra Petković, Mladenka Novaković, Mirjana Vojinović Miloradov, Ivana Mihajlović, RAZVOJ METODA UTVRĐIVANJA ZAGAĐENOSTI PROCEDNE VODE KOMUNALNE DEPONIJ POLICIKLIČNIM AROMATIČNIM UGLJOVODONICIMA	1365-1367
3. Cica Stojanović, MOTIVACIJA ZAPOSLENIH SA ASPEKTA ZAŠTITE NA RADU	1368-1371

Radovi iz oblasti: Mehatronika

1. Branislav Gojkov, SISTEM ZA UPRAVLJANJE POSTUPCIMA LIVENJA I SINTEROVANJA	1372-1375
2. Georgina Kolarić, DIDAKTIČKI MODEL ZA IGRU SLAGANJA X I O	1376-1379
3. Vladimir Varga, ANALIZA TOKOVA MATERIJALA U PROIZVODNOM SISTEMU	1380-1383
4. Darko Anojčić, RAZVOJ SOFTVERA ZA UPRAVLJANJE AUTOMATOM ZA SAMOPOSLUŽIVANJE PROTEINSKIM ŠEJKOVIMA	1384-1387

**TEHNIČKO REŠENJE POSTROJENJA ZA GREJANJE, VENTILACIJU I
KLIMATIZACIJU INDUSTRIJSKOG OBJEKTA****TECHNICAL DESIGN OF SYSTEM FOR HEATING, VENTILATION AND AIR
CONDITIONING OF A PRODUCTION FACILITY**

Dušan Radić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO,

Kratak sadržaj- Rad predstavlja unapređeno tehničko rešenje za grejanje, klimatizaciju i ventilaciju postojećeg industrijskog objekta tipa alatnica. Kroz uvod opisane su mogućnosti za implementaciju obnovljivih izvora za ovakav tip objekta kroz primenu toplotnih pumpi. Prikazana je i mogućnost povezivanja sa konvencionalnim izvorom (kotlom) u različitim varijantama. Dat je kompletan proračun gubitaka i dobitaka toplote, zajedno sa izborom neophodne opreme za grejanje, klimatizaciju i ventilaciju. U zaključku je obrazloženo zbog čega je usvojen određeni sistem koji će na najefektniji i najsigurniji način obezbediti sve energetske potrebe? objekta.

Abstract- The work represents an improved technical solution for heating, air conditioning and ventilation of existing industrial facility type toolroom. Through the introduction the possibilities to deploy renewable sources for this type of object through the use of heat pumps is done. The ability to connect to a conventional source (boiler) in different variator is shown. A complete calculation of heat losses and gains as well as a selection of the necessary equipment for heating, air conditioning and ventilation is given. In conclusion, it was explained why the selected system is adopted, ensuring the most effective and secure solution for observed facility.

1. UVOD

Poslednjih godina veoma se mnogo govori o potrebi smanjenja potrošnje energije. Naša zemlja nema veliki potencijal konvencionalnih goriva i zato su za nju od posebne vrednosti štednja i korišćenje novih obnovljivih izvora energije. Ušteda i novi energetske izvori omogućuju znatno brže stvaranje „novih“ energetskih potencijala.

Supstitucija skupih goriva, naročito tečnih, njihova štednja i racionalna potrošnja, svakodnevna su tema na različitim nivoima. Poslednje godine karakteriše i donošenje niza administrativnih mera, u cilju pospešivanja uštede goriva i usmeravanja njene primene u druge važnije svrhe. Trenutno je nemoguće potpuno zameniti fosilna goriva, pa zato racionalno korišćenje neobnovljivih izvora energije i prelazak na obnovljive izvore energije predstavljaju pravi put. Za ostvarenje ovoga cilja veliku ulogu igraju toplotne pumpe.

NAPOMENA:

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

2. TOPLOTNE PUMPE

U kružnom ciklusu toplota preuzeta od okoline (zemlja, vazduh, podzemna voda) przedaje se radnom fluidu koji se komprimuje i dovodi na višu temperaturu i pritisak. Na taj način se naizgled neprimetna toplota zemlje ili vazduha pretvara u korisnu energiju u svrhu grejanja. Proces rada toplotne pumpe može se podeliti u četiri osnovna koraka:

- u isparivaču se radnom fluidu, dovodi toplota zemlje, podzemne vode ili vazduha, rashladni fluid se zagreva, isprava i prelazi iz tečnog u gasovito agregatno stanje,
- Radni fluid se potom komprimuje u kompresoru usled čega mu raste pritisak, a sa porastom pritiska, raste i temperatura. Za taj proces potrebno je oko 25% dodatne (električne) energije za rad kompresora,
- toplotna energija dobijena komprimovanjem radnog medijuma indirektno putem razmenjivača se prosleđuje polaznom vodu sistema grejanja. Radni fluid se na taj način pothlađuje, kondenzuje i pretvara ponovo u tečno agregatno stanje,
- ekspanzijom radnog fluida u prilagođenom ventilu, usled naglog pada pritiska, radni fluid se ponovo pothlađuje i dolazi do stanja da može da preuzme toplotu iz okoline.

Za rad toplotne pumpe na raspolaganju su izvori toplote iz zemlje, podzemnih voda i okolnog vazduha. Najprikladniji izvor toplote se bira u zavisnosti od lokalnih uslova, finansijskih sredstava, dostupnosti, vrste zemljišta i klimatskih uslova.

Najvažnija karakteristika toplotne pumpe predstavlja odnos dobijene i utrošene energije koji određuje i energetske efikasnost uređaja. Ova karakteristika je poznata pod nazivom stepen koeficijent efikasnosti (performanse). U stranoj literaturi se taj koeficijent obeležava sa "**COP**" (*Coefficient of Performance*). Da bi toplotna pumpa bila što efikasnija, treba težiti što većem koeficijentu COP [9, 10].

Sistemi grejanja sa toplotnom pumpom mogu biti izvedeni tako da toplotna pumpa bude jedini izvor toplote. Takođe, toplotna pumpa može da se koristi u sprezi s drugim izvorima toplote. Razlikujemo sledeće načine rada toplotne pumpe [1]:

- monovalentni način rada,
- bivalentno-paralelni način rada i
- bivalentno-alternativni način rada.

3. ZADATAK RADA

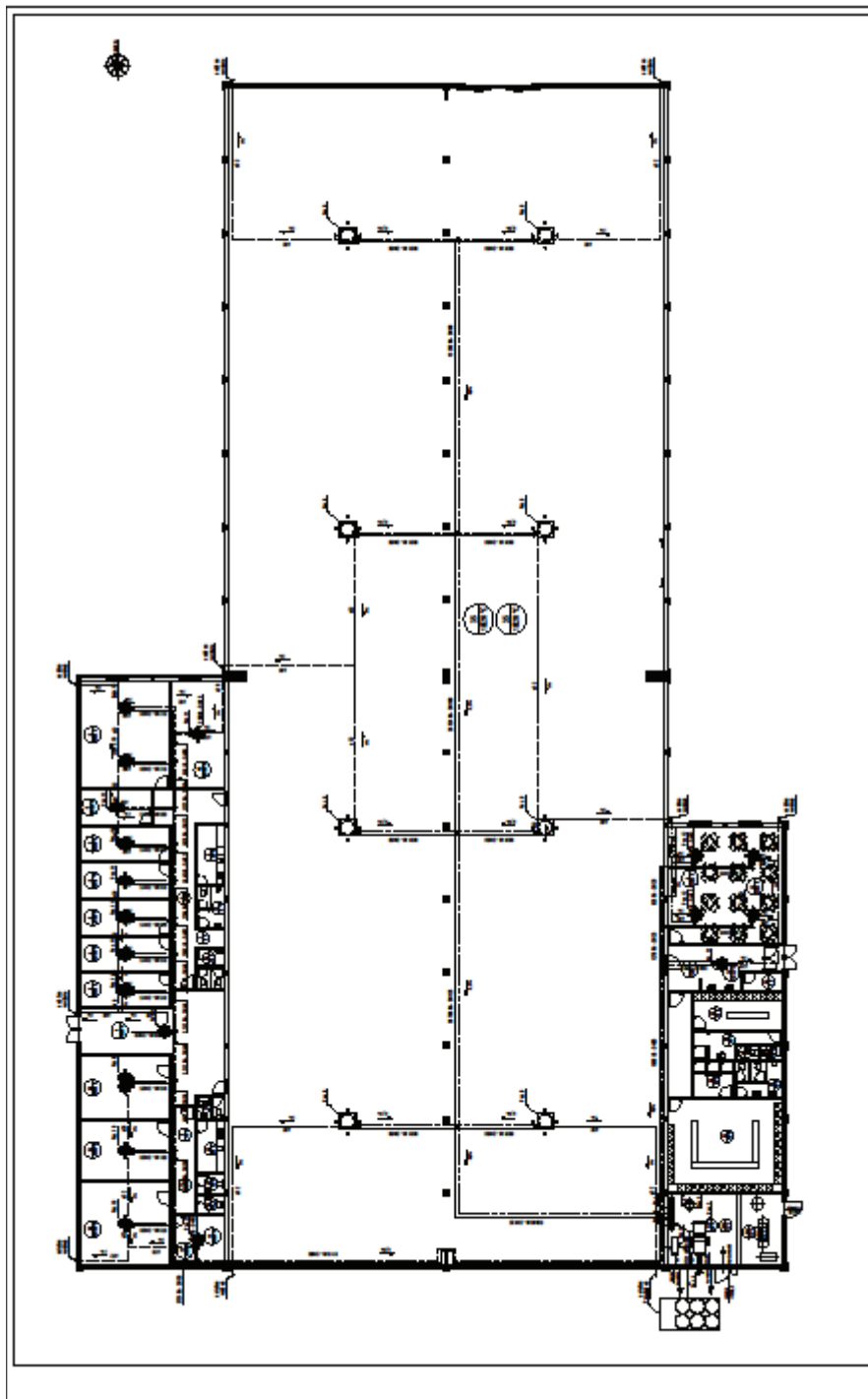
U proizvodnom pogonu u Beočinu, čiji je investitor firma MARS d.o.o. je već instaliran sistem vazdušnog grejanja i hlađenja koji je u eksploataciji pokazao nedostatke, i to:

- Loša efikasnost toplotnih pumpi (COP) u zimskom periodu kada se spoljašnje temperature spuste ispod $-5 \div -8 \text{ }^\circ\text{C}$, jer se radi o ROOF TOP jedinicama koje predstavljaju toplotne pumpe vazduh – vazduh sa direktnom ekspanzijom.
- Zastoj u radu sistema kada se spoljašnje temperature spuste ispod $-8 \text{ }^\circ\text{C}$, jer dolazi do zaleđivanja kondenzata na isparivaču

Rad treba da predstavlja predlog tehničkog rešenja, koncipiranog na upotrebi sistema sa toplotnom pumpom, za unapređenje postojećeg sistema za grejanja, hlađenja i ventilacije proizvodnog pogona.

4. TEHNIČKO REŠENJE

Radom je obuhvaćeno projektno rešenje grejanja, ventilacije i klimatizacije proizvodnog pogona sa administrativnim delom. Izabran je sistem toplotne pumpe u bivaletnom sistemu sa gasnim kotlom (Slika 1).



Slika 1: Raspored uređaja za grejanje/hlađenje

Kao tehničko rešenje za grejanje i rashlađivanje prostora, izabrani su ventilator konvektori (*fan coil*). Sam ventilator konvektor, sastoji se od: razmenjivača toplote, ventilatora, posude za sakupljanje kondenzata i kućišta. Uloga ventilatora je da prinudnim kretanjem vazduha, kroz aparat, poveća intenzitet razmene toplote. Ventilator konvektori su povezani sa toplotnom pumpom, što znači da pored funkcije hlađenja, na raspolaganju je i funkcija grejanja u toku zimskog perioda.

S obzirom, da u konkretnom slučaju ovaj agregat može da služi za grejanje do spoljne temperature od -5°C , sistem je koncipiran da radi u bivalentnoj izvedbi sa gasnim kotlom.

To znači da u situacijama, kada se spoljašnja temperatura spusti ispod -5°C , automatskom regulacijom se sistem grejanja prebacuje na rad sa gasnim kotlom, čime se postiže optimalan odnos troškova.

5. PRORAČUN PARAMETARA I IZBOR OPREME

Celokupan proračun je urađen prema preporukama stručne literature [1-10]. Pri izboru uređaja za grejanje/hlađenje usvojeni režim grejanja (zimski) je $t_{ui}/t_{iz} = 50/40^{\circ}\text{C}$, a hlađenja (letnji) $7/12^{\circ}\text{C}$. Spoljna projektna temperatura za zimski/letnji režim je $-18^{\circ}\text{C}/+34^{\circ}\text{C}$, dok je temperatura u prostorijama koje se greju ($+18; +20^{\circ}\text{C}$)/hlade ($+26^{\circ}\text{C}$).

Na osnovu sprovedenog proračuna gubitaka i dobitaka toplote za potrebe grejanja/hlađenja proizvodne hale odabrana je toplotna pumpa proizvođača „WESPER“ tip AQTH BLN R410A 1506. Instalirani kapacitet hlađenja za temperaturu vode $5/10^{\circ}\text{C}$ je $322,2\text{ kW}$, pri spoljnoj temperaturi 35°C . Kapacitet grejanja za temperaturu vode $38,8/45^{\circ}\text{C}$ je $371,5\text{ kW}$, pri spoljnoj temperaturi 7°C .

Predviđeno je da toplotna pumpa radi u sistemu grejanja do -5°C . Za niže spoljne temperature za grejanje u zimskom periodu predviđen je tropromajni toplovodni kotao proizvođača „Hoval“, tip Uno-3 160, temperatura vode $50/40^{\circ}\text{C}$. Uz kotao je predviđen gorionik sa dvostepenom regulacijom proizvođača „Hoval“ tip HNG 200 M2 BS 3/4“ kao i digitalni regulator proizvođača „Hoval“ tip TopTronic T/U3.1.

Upravljanje radom toplotne pumpe i gasnog kotla vrši se preko spoljnog temperaturnog senzora koji šalje signal na mikroprocesorski regulator.

Takođe su odabrane i ventilacione jedinice sa recirkulacijom vazduha proizvođača „Hoval“ tip TopVent DKV-9/D. Za grejanje/hlađenje svih prostorija administrativnog dela odabrane su kasetne ventilator konvektorske jedinice proizvođača „WESPER“ tip WKW. Jedinice su dimenzionisane prema proračunu gubitaka i dobitaka toplote i usvojene za nepovoljniji slučaj. Ukupan broj jedinica je 19 a broj klima zona je 15.

Za grejanje prostorija u administrativnom delu koje ne zahtevaju hlađenje (hodnici, toaleti, tuševi, garderobe i kuhinje) predviđa se lokalno radijatorsko grejanje u sistemu $80/60^{\circ}\text{C}$.

6. ZAKLJUČAK

Ovako odabrani vazdušno vodeni sistem, u potpunosti zadovoljava zahtevane uslove. Toplotna pumpa u bivalentnom sistemu sa gasnim kotlom je jedno od isplativijih rešenja, imajući u vidu da gasni kotao pokriva samo vršno opterećenje, odnosno godišnje radi samo oko 150h, nepotrebno je investiranje u toplotne pumpe većih snaga (koje bi pokrivalo celokupno toplotno opterećenje) čije su cene znatno skuplje. Takođe, su rešeni nedostaci koje ima trenutni sistem – zastoj u radu kada se spoljašnje temperature spuste ispod -8°C , kao i niži COP kada je spoljašnja temperatura $-5 \div -8^{\circ}\text{C}$.

U periodu nakon završetka instalacije opreme, monitoringom potrošnje električne energije i prirodnog gasa u zimskom periodu i samo potrošnje električne energije u letnjem u poređenju sa isporučenom toplotnom energijom može se utvrditi i tačan koeficijent korisnosti rada sistema. Zaključci koji se mogu izvesti iz dosadašnje prakse u primeni ovakvih sistema je da su periodi otplate toplotne pumpe u bivalentnom sistemu u proseku od 5 do 8 godina u zavisnosti od kretanja cene energenata. Korišćenje toplotne pumpe je isplativo jer period eksploatacije ugrađene opreme uz pravilno održavanje je oko 25 godina.

7. LITERATURA

- 1) Recknagel H, Sprenger E, Schramek E-R, Čeperković S. Grejanje i klimatizacija, Interklima, Vrnjačka Banja, 2012.
- 2) B. Todorović, Projektovanje postrojenja za centralno grejanje, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, 2009.
- 3) B. Todorović, Klimatizacija, SMEITS, Beograd, 2009.
- 4) Zrnić S, Čulum Ž. Grejanje i klimatizacija, Naučna knjiga, Beograd
- 5) ASHRAE, Handbook of Fundamentals, 2013.
- 6) ASHRAE, Handbook of HVAC Systems and Equipment, 2012.
- 7) ASHRAE, Handbook of HVAC Applications, 2011.
- 8) Wang, Handbook of Air-conditioning and Refrigeration, McGraw-Hill, New York, 2000.
- 9) CIBSE Guide B_ Heating, Ventilating, Air Conditioning and Refrigeration, CIBSE, London, 2005
- 10) CIBSE Guide A_ Environmental Design, CIBSE, London, 2015

Kratka biografija:

Dušan Radić rođen u Tuzli, BiH, 1981. godine. Srednju školu, gimnaziju "Vera Blagojević" završio u Šapcu. Diplomski-master rad na FTN u Novom Sadu odbranio iz oblasti Energetika i procesna tehnika.

ULTRAZVUČNA OBRADA I PRORAČUN KONCENTRATORA ULTRAZVUČNIH OSCILACIJA**ULTRASONIC MACHINING AND CALCULATION OF ULTRASONIC BOOSTERS**Srđan Spremo, Vladimir Pucovski, Marin Gostimirović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – U radu su dati osnovni principi funkcionisanja i upotrebe ultrazvuka u raznim granama mašinstva. Takođe su prikazani i osnovni tipovi koncentratora i njihovog proračuna, kao i softver za automatizovan proračun parametara i dimenzija ultrazvučnih koncentratora.

Abstract – Content of this master thesis are basic principles of functioning and use of ultrasound in various spheres of engineering. Further are also shown basic types of ultrasonic boosters and methods of their calculation. Final chapter is dedicated to developed software for automatic calculation of parameters and dimensions of ultrasonic boosters.

Ključne reči: *Ultrazvuk, ultrazvučni koncentrator, proračun koncentratora, PHP*

1. UVOD

Savremena industrijska proizvodnja mora da zadovolji sve oštrije zahteve tržišta sa stanovišta kvaliteta proizvoda, cene i rokova isporuke. Iz ovih zahteva proizilazi potreba za korišćenjem različitih vrsta materijala s tim da se sve više koriste materijali kako visokih mehaničko – triboloških, tako i fizičko – hemijskih karakteristika. Takođe, zbog prethodno navednog potrebno je konstantno usavršavanje postojećih, ali i uvođenje novih proizvodnih tehnologija.

Podela nekonvencionalnih postupaka obrade vrši se prema vrsti energije koju koriste za proces obrade, mehanizma uklanjanja materijala sa obratka, strukturi mašina na kojima se odvija obrada i sl.

Jedan od značajnih nekonvencionalnih postupaka obrade je postupak obrade ultrazvukom (*ultrasonic machining* – *USM*).

Suštinski deo ultrazvučne instalacije na kojoj se odvija obrada predstavlja oscilatorni sistem, čija je uloga pretvaranje električne energije visoke frekvencije u ultrazvučne oscilacije pomoću elektroakustičnog pretvarača, te pojačanje dobijenih oscilacija što se postiže primenom odgovarajućeg pojačivača ultrazvučnih oscilacija-koncentratora. Koncentrator pored uloge pojačivača ultrazvučnih oscilacija ima i ulogu držača alata.

Oscilatorni sistem sadrži i međuelement koji služi da prenese ultrazvučne oscilacije sa elektroakustičnog pretvarača na pojačivač, ali i da služi kao element za vezu između oscilatornog sistema i mašine pomoću elastičnih elemenata.

NAPOMENA:

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

Koncentrator povećava amplitudu oscilovanja dobijenu na izlazu iz ultrazvučnog pretvarača promenom poprečnog preseka, tj. smanjenjem poprečnog preseka ka alatu. Proračun koncentratora vrši se prema zakonima prostiranja zvučnih talasa kroz čvrsta tela, gde je proračun u zavisnosti od parametara obrade i postavljenih graničnih uslova.

Predmet ovog rada je prikaz osnovnih principa funkcionisanja ultrazvučne obrade i mogućnosti konkretne industrijske primene. Poseban deo rada posvećuje se prikazu tipova ultrazvučnih koncentratora, kao i toku proračuna parametara i dimenzija koncentratora ultrazvučnih oscilacija, kako bi se dobilo traženo pojačanje oscilacija da bi se mogao ostvariti proces obrade. Sastavni deo rada predstavlja softver za izbor i/ili proračun pojačivača oscilacija na osnovu ulaznih parametara i/ili traženog pojačanja ultrazvučnih oscilacija. Softversko rešenje je izrađeno u PHP programskom jeziku.

2. ULTRAZVUK

Izvođenjem materijalne tačke elastične sredine iz ravnotežnog položaja, tačka počinje da osciluje oko ravnotežnog položaja i predaje energiju oscilovanja materijalnim tačkama u svojoj okolini. Takvo širenje oscilatornog poremećaja u elastičnoj sredini naziva se zvučnim talasom [1].

Brzina prostiranja oscilacija kroz elastičnu sredinu c zavisi od dužine zvučnog talasa λ i frekvencije oscilovanja f , odnosno od perioda oscilovanja T i računa se relacijom [2]:

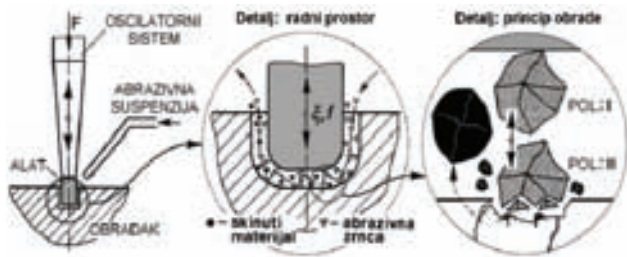
$$c = \lambda \cdot f = \frac{\lambda}{T} \quad (1)$$

U zavisnosti od frekvencije oscilatorno kretanje može biti infrazvučno (do 20 Hz), zvučno u granicama od 20 do 20000 Hz i ultrazvučno (iznad 20000 Hz). Dakle ultrazvuk je oscilatorno kretanje sa frekvencijom iznad opsega čujnosti ljudskog uha.

U mašinstvu se ultrazvuk, pored dimenzionalne obrade koristi za intenziviranje konvencionalnih metoda obrade kao što je struganje, glodanje, bušenje, livenje, ali i za intenziviranje nekih nekonvencionalnih postupaka. Primena ultrazvuka značajna je i u defektoskopiji i kontroli kvaliteta, npr. kod zavarenih spojeva. Takođe, ultrazvuk se primenjuje i za površinsko ojačavanje materijala, kao i kod završne obrade i čišćenja delova koji bi se mnogo teže i sporije očistili klasičnim postupcima.

3. ULTRAZVUČNA DIMENZIONALNA OBRADA

Ultrazvučna obrada je postupak koji objedinjuje primenu longitudinalnih ultrazvučnih oscilacija alata i abrazivne suspenzije. Princip dimenzionalne obrade ultrazvukom zasnovan je na skidanju materijala obratka intenzivnim nabijanjem abrazivnih čestica u površinu predmeta čeonom površinom alata, koji je pod dejstvom sile F i vrši uzdužno oscilovanje određenom amplitudom ξ i frekvencijom f . Na slici 1. dat je šematski prikaz obrade ultrazvukom, gde se u zoni obrade između alata i obratka nalazi abrazivna suspenzija.



Slika 1. Princip dimenzionalne obrade ultrazvukom

Kada se alat nalazi u gornjem položaju (slika 1, c) pol:I) abrazivna zrnca ulaze u radni prostor posredstvom tečnog fluida kroz bočni zazor, zatim u radnom hodu alat vrši njihovo nabijanje u materijal obratka (slika 1, c) pol:II). Na ovaj način dolazi do krtog loma i lokalnog razaranja na površini obratka. Pri povratku alata u početni položaj pod dejstvom dinamičkih sila dolazi do odstranjivanja skinutog materijala i oštećenih abrazivnih zrnaca iz radnog prostora, a sa druge strane se vrši dovod novih, oštrih abrazivnih zrnaca i na taj način se obezbeđuje kontinuitet procesa.

Ultrazvučna obrada se najefikasnije odvija u tečnoj sredini, odnosno u abrazivnoj suspenziji, iz razloga što se ultrazvučne oscilacije bolje prenose u tečnoj sredini, kao i mogućnosti izmene zatupljenih abrazivnih zrnaca oštrim zrcima, te odstranjivanje skinutog materijala iz zone obrade. Izmena abrazivnih zrnaca i odstranjivanje skinutog materijala se pospešuje dajući abrazivnoj suspenziji dodatno usmereno kretanje usisavanjem ili potiskivanjem koje obezbeđuje sistem za cirkulaciju suspenzije.

3.1. Oscilatorni sistem

Oscilatorni sistem predstavlja suštinski deo mašina za ultrazvučnu dimenzionalnu obradu. Ovaj sistem transformiše električnu energiju visoke frekvencije na ulazu, u mehaničke ultrazvučne oscilacije, vibracije na izlazu, odnosno na alatu. Veze između elemenata oscilatornog sistema moraju biti kompaktne da bi se obezbedio što manji gubitak energije. Oscilatorni sistem se sastoji od:

- elektroakustičnog pretvarača – oscilatora,
- međuelementa,
- pojačivača ultrazvučnih oscilacija – koncentratora,
- alata za dimenzionalnu obradu.

Elektroakustični pretvarač – je oscilator koji služi za pretvaranje električne energije visoke frekvencije u mehaničke oscilacije određene frekvencije i amplitude.

Međuelement – služi za prenošenje oscilacija sa pretvarača na pojačivač ultrazvučnih oscilacija, ali i za vezu oscilatornog sistema preko elastičnih elemenata sa mašinom. Moguća je izvedba oscilatornog sistema bez međuelementa i tada se veza sa mašinom elastičnim elementima ostvaruje preko pojačivača, s tim da njihova osa mora prolaziti kroz oscilatorni čvor sistema.

Alat za dimenzionalnu obradu – najčešće odgovara obliku konfiguracije obratka, što ne mora da bude slučaj kod CNC mašina pri obradi u više osa.

4. POJAČIVAČI ULTRAZVUČNIH OSCILACIJA - KONCENTRATORI

Oscilacije dobijene na elektroakustičnom pretvaraču iznose oko $10 \mu\text{m}$ i najčešće nisu dovoljne za dimenzionalnu obradu ultrazvukom, zbog čega je neophodno izvršiti njihovo pojačanje. Pojačanje ultrazvučnih oscilacija vrši se pomoću pojačivača, odnosno koncentratora, promenom njihovog poprečnog preseka i oblika.

Najčešće su u primeni jednostrani pojačivači, tj. pojačivači sa pojačanjem amplitude u jednu stranu, odnosno smerom od ulaza ka izlazu. Pored povećanja amplitude, koncentratori služe i kao nosači alata. Način ostvarivanja veze između pojačivača i alata, kao i ostvarivanje veza između ostalih elemenata oscilatornog sistema ima bitnu ulogu, zbog toga što u slučaju neadekvatnog spoja dolazi do gubitaka akustične energije, te zagrevanja na mestu spoja. Iako su lemljeni spojevi pouzdaniji u radu, iz praktičnih razloga najčešće korišćeni oblici ostvarivanja ovih veza su navojni spojevi zbog česte zamene pojačivača.

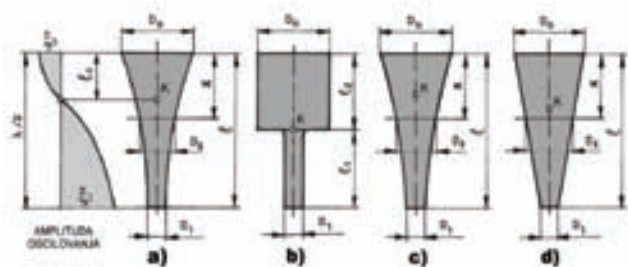
Obzirom na namenu pojačivača, najvažniji parametar predstavlja nivo pojačanja ultrazvučnih oscilacija. Ovaj parametar se naziva koeficijent pojačanja amplitude oscilovanja – K_p . Koeficijent pojačanja predstavlja odnos vrednosti amplitude na izlazu (ξ_{iz}), odnosno alatu i njenu vrednost na ulazu (ξ_{ul}), odnosno vrednost amplitude pre pojačanja, tj. vrednosti amplitude dobijene na pretvaraču i računa se prema izrazu:

$$K_p = \frac{\xi_{iz}}{\xi_{ul}} \quad (2)$$

Iako postoji velik broj oblika koncentratora u praksi se najčešće koriste sledeće vrste koncentratora:

- stepenasti,
- eksponencijalni,
- katenoidni,
- konični.

Na slici 2. dat je prikaz osnovnih tipova pojačivača.



Slika 2. Osnovni tipovi pojačivača ultrazvučnih oscilacija: a) eksponencijalni; b) stepenasti; c) katenoidan; d) koničan.

Pri proračunu, koncentrator možemo posmatrati kao šipku promjenljivog poprečnog preseka kroz koju se prostiru, kako je napomenuto zbog specifičnosti obrade, samo longitudinalni talasi, pri čemu nema poprečnih deformacija.

Proračun ultrazvučnih koncentratora zavisi od vrste koncentratora za koji se vrši proračun, tj. od zakona po kom se vrši promena njegovog poprečnog preseka.

Materijali od kojih se izrađuju ultrazvučni pojačivači treba da se odlikuju velikim modulom elastičnosti kao i da imaju dobru zvučnu provodljivost, kako bi gubici ultrazvučne energije bili svedeni na minimum.

5. SOFTVER ZA AUTOMATIZOVAN PRORAČUN KONCENTRATORA

U okviru ovog rada je realizovano i softversko rešenje za automatizovan proračun ultrazvučnih koncentratora. Ovo rešenje je realizovano u PHP programskom jeziku, instalirano je na serveru i može se koristiti sa svakog računara koji ima pristup internetu i web pretraživač koji podržava ovaj programski jezik [3].

Na slici 3 je prikazan izvod dela PHP koda razvijenog softverskog rešenja.

Proces automatizovanog proračuna ultrazvučnih koncentratora se odvija u sedam koraka.

Prvi korak je jednostavna dobrodošlica u softver.

U drugom koraku se vrši izbor materijala koncentratora (slika 4.) s tim da je omogućen izbor ponuđenih tipova materijala gde se za svaki materijal iz interne baze podataka povlači sugerisana vrednost brzine prostiranja akustičnih talasa. Ovu vrednost je moguće i po potrebi izmeniti a u tom slučaju će se dalji tok proračuna vršiti sa izmenjenom vrednošću brzine prostiranja talasa.

Treći korak sadrži unos vrednosti frekvencije oscilovanja sistema.

U četvrtom koraku je moguće uneti bilo veličinu željenog stepena pojačanja koncentratora ili vrednost ulaznog prečnika koncentratora, s tim da nije moguće uneti oba parametra (slika 5.). U zavisnosti od unešenog parametra automatski se određuju tipovi završnih jednačina proračuna parametara koncentratora.

Peti korak procesa proračuna je unos izlaznog prečnika koncentratora.

U šestom koraku se vrši izbor tipa koncentratora. Moguće je izabrati samo jedan od četiri ponuđena tipa (stepenasti, eksponencijalni, konični i katenoidni).

Poslednji, sedmi korak, ispisuje rezultate izračunatih parametara koncentratora koji su neophodni za njegovu izradu.

Prikazane slike izgleda korisničkog okruženja razvijenog softvera predstavljaju grafičke maske čije osnove, kako je već napomenuto, čine kodovi PHP programskog jezika.

Na slici 6. prikazan je fajl kome program pristupa pri izvršavanju funkcije odabira materijala i na osnovu koga se vrši izbor preporučenih vrednosti brzine prostiranja zvučnih talasa kroz odabrani materijal.

Slika 3. Izvod dela PHP koda razvijenog softvera



Slika 4. Prikaz drugog koraka softvera za proračun koncentratora gde se vrši izbor materijala



Slika 5. Prikaz četvrtog koraka softvera za proračun koncentratora gde se vrši izbor unosa vrednosti pojačanja ili ulaznog prečnika koncentratora

```

get_material - Notepad
File Edit Format View Help
<?php

$materials = [
    'Aluminijum' => 5000,
    'Bakar' => 4600,
    'Celik' => 6100,
    'Celik,nerdjauci' => 5790,
    'Nikl' => 4780,
    'Olovo' => 2000,
    'Titanijum' => 6870,
    'Volfram' => 4310,
    'Zelazo' => 5130
];

$material = $_GET['material'];

foreach (array_keys($materials) as $key) {
    if($key == $material)
    {
        $value = $materials[$key];
    }
}

if(isset($value))
{
    echo $value;
}
else
{
    echo 'false';
}

```

Slika 6. Prikaz podfunkcije odabira preporučenih vrednosti prostiranja zvučnih talasa kroz razne materijale koncentratora

6. ZAKLJUČAK

Obrada ultrazvukom je najširu primenu našla za dimenzionalnu obradu tvrdih i krutih materijala. Osim toga, ova obrada se primenjuje i za skidanje tragova prethodne obrade, zaobljavanje oštih ivica, čišćenje zaprljanih površina i dr. Ultrazvuk se uspešno koristi i za intenziviranje drugih procesa obrade, kao i za ultrazvučnu defektoskopiju pri otkrivanju skrivenih defekata u materijalu ili kod kontrole debljina limova u industrijskim postrojenjima.

Bitan deo oscilatornog sistema ultrazvučne instalacije predstavlja pojačivač ultrazvučnih oscilacija – koncentrator. Njegova uloga je da pojača oscilacije dobijene na pretvaraču do veličine koja je potrebna za izvođenje obrade. Postoji više tipova i oblika pojačivača, a najširu primenu su našli sledeći tipovi koncentratora: stepenasti, katenoidni, eksponencijalni i konični. Materijali od kojih su izrađeni koncentratori, treba da imaju velik modul elastičnosti kao i dobru zvučnu provodljivost kako bi gubici zvučne energije bili što manji. Čist aluminijum ima dobru zvučnu provodljivost, međutim koncentratori od čistog aluminijuma ne bi imali odgovarajuće mehaničke osobine. Zbog toga se najčešće kao materijali za izradu koncentratora koriste: legura titanijuma i aluminijuma, ugljenični i legirani čelici.

Na osnovu teorijskih osnova principa funkcionisanja obrade ultrazvukom, prikaza tipova i načina proračuna ultrazvučnih koncentratora na kraju rada je realizovan softver za automatizovani proračun parametara i dimenzija ultrazvučnih koncentratora.

Prikazani softver je realizovan u PHP programskom jeziku i posredstvom interneta je dostupan pomoću standardnog web pretraživača.

Ovaj softver treba da posluži kao podloga za izvođenje dela laboratorijskih vežbi iz predmeta Nekonvencionalni postupci obrade koji se predaje u okviru usmerenja Proizvodno mašinstvo na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.

Takođe ga treba shvatiti kao početnu verziju koje će se dograđivati i poboljšavati tokom vremena.

7. LITERATURA

- 1] Gostimirović, M., „Nekonvencionalni postupci obrade“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2016.
- [2] Ilić, B., „Projektovanje dimenzija i tehnologije izrade pojačivača ultrazvučnih oscilacija primenom računara“, Diplomski rad, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1992.
- [3] <http://mltutorijali.com/php-tutorijali-za-pocetnike/>

Kratka biografija:



Srđan Spremo rođen u Novom Sadu 1983. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog masinstva iz predmeta Nekonvencionalni postupci obrade odbranio je 2016. godine.



Vladimir Pucovsky, istr. sar., rođen u Novom Sadu 1983. godine. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Proizvodnog masinstva iz predmeta Rezanje metala, odbranio je 2011. godine



Dr. Marin Gostimirović, red. prof., rođen je 1957. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 1997. god. Oblasni njegovog interesovanja su procesi obrade skidanja materijala i nekonvencionalni postupci obrade.

ANALIZA FAZE MERENJA U 6 σ METODOLOGIJI**ANALYSIS OF PHASE MEASUREMENT IN THE 6 σ METHODOLOGY**

Aleksandar Damjanov, Branko Štrbac, Miodrag Hadžistević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – *Sistemi upravljanja kvalitetom predstavljaju dinamičnu kategoriju koju je potrebno kontinuirano usavršavati i nadopunjavati. Šest Sigma predstavlja jedno od popularnih rešenja za preduzeća koja traže radikalno poboljšanje poslovnih performansi. U ovom radu je analizirana faza merenje koja je prisutna u obe metode šest sigma ((DMAIC i DMADV), kao i primer GAGE R&R analize primenom X&R kontrolne karte i ANOVA.*

Abstract – *Quality management systems represent a dynamic category that needs to be continuously improved and updated. Six Sigma is one of the most popular solutions for enterprises seeking to radically improve business performance. This paper analyzes the phase measurement that is present in both methods of six sigma (DMAIC and DMADV) and example GAGE R&R analysis using X&R bar and ANOVA.*

Cljučne reči: *šest sigma, faza merenja, R&R studija, ANOVA*

1. UVOD

Globalizacija i brzi pristup informacijama, proizvodima i uslugama su promenili način poslovanja i stari poslovni modeli više ne funkcionišu. Danas konkurentna sredina ne ostavlja prostor za greške. Ovo je razlog zašto je šest sigma (6 σ) postao deo kulture. 6 σ se često u literaturi pominje kao sistem koji je omogućio poslovni i finansijski preporod najvećih svetskih kompanija. Upotreba 6 σ metodologije datira još od 80-ih godina prošlog veka i vezana je uglavnom za velike američke korporacije kao što su: Motorola, General Electric, Johnson & Johnsons, Ford, Nisan Honeywell, ali i velike kompanije iz ostatka sveta: Soni, Toshiba itd. Podatak kojim su navedene kompanije znatno doprinele popularizaciji 6 σ metodologije vezan je uglavnom za astronomske iznose ušteda ostvarenih kroz implementaciju. Stoga je potrebno istaći kako metodologija 6 σ predstavlja jednu od najefikasnijih metoda, kad je reč o kontinuiranom smanjenju troškova na svim nivoima. 6 σ može imati nekoliko značenja: od metrike, metodologije, pa sve do sistema upravljanja [1]. Svako od ovih područja podjednako je važno, te organizacije koje žele ostvariti poboljšanje svojih poslovnih performansi moraju svim aspektima posvetiti podjednaku pažnju. Jedino pravilo koje pri tome vredi istaknuti jeste kako se sistem mora izgrađivati na temeljima metrike, a zatim metodologije.

NAPOMENA:

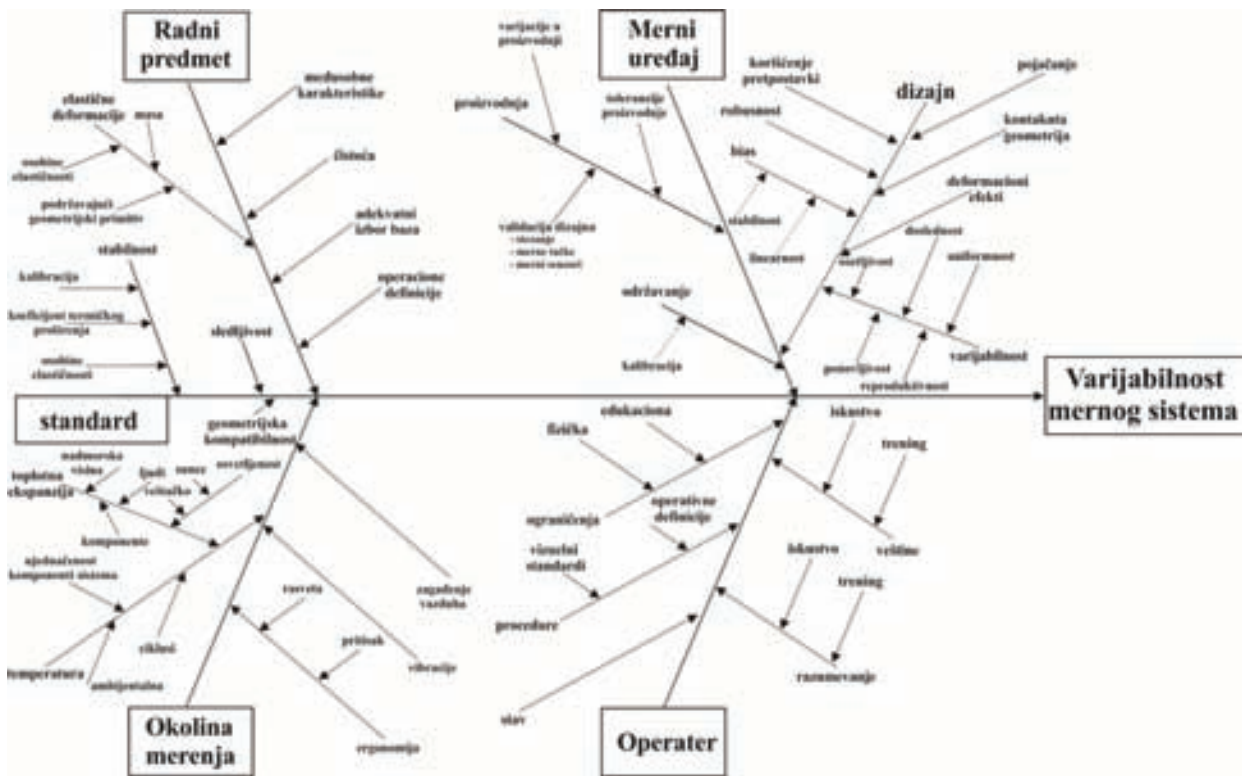
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miodrag Hadžistević, red. prof.

Jedan od najpoznatijih zahteva ove metodologije je zahtev prema kojem bi ključni procesi organizacije morali funkcionisati na nivou od 3,4 greške na milion slučajeva. Udovoljavanje navedenom zahtevu, znači gotovo savršeno funkcionisanje procesa, što se na kraju odražava i u zadovoljstvu kupaca, ali i u ostvarenim troškovima i prihodima. Ipak, u praksi se ostvarivanje navedenog zahteva često posmatra kao vizija poslovanja, a ne stvarno stanje. Osnovni razlog za navedeno je što često dovođenje procesa na ovakav nivo zahteva prevelika ulaganja, te iziskuje izuzetno veliki trud i inicijativu zaposlenih i menadžmenta.

Dve najčešće korištene metode u sigma šest su DMAIC (utvrđivanje ciljeva, merenje, analiza, poboljšanje, kontrola) i DMADV (utvrđivanje ciljeva, merenje, analiza, dizajn, verifikacija). Može se uočiti da je faza "merenje" prisutna u obe metodologije i ona je predmet istraživanja u ovom radu.

2. FAZA MERENJA U 6 σ METODOLOGIJI

Podaci merenja se koriste sve češće i na više načina nego ikada pre. Na primer, odluka da se prilagodi proces proizvodnje ili ne sada se obično zasniva na izmerenim podacima. Podaci merenja, ili neki proračunati statistički pokazatelji iz njih, se porede sa statističkim kontrolnim granicama za proces, i ako komparacija pokazuje da je proces izvan statističke kontrole, napravljena su prilagođavanja neke vrste. Kvalitet podataka merenja se definiše preko statističkih osobina višestrukih merenja dobijenih iz mernog sistema radeći pod stabilnim uslovima. Na primer, pretpostavimo da se sistem merenja koristi za dobijanje nekoliko merenja određenih karakteristika. Ako su sva merenja „blizu“ master vrednosti za karakteristiku, tada za kvalitet podataka se kaže da je „visok“. Slično tome, ako neka, ili sva, merenja su „daleko od master vrednosti“, za kvalitet podataka se kaže da je „nizak“. Statističke osobine najviše korišćenje da karakterizuju kvalitet podataka su bias i varijansa mernog sistema. Osobina koja se naziva bias odnosi se na položaj podataka u odnosu na referentnu (master) vrednost, dok osobina nazvana varijansa se odnosi na širenje podataka. Šest bitnih elemenata koji generalizuju merni sistem u cilju osiguranja postizanja potrebnih ciljeva su: standard, radni predmet, instrument, osoblje i okruženje. Ovo se može posmatrati kroz model greške za kompletni merni sistem. Faktore koji utiču na ovih šest oblasti treba razumeti tako da se mogu kontrolisati ili eliminisati. Slika 1 prikazuje dijagram uzročno – posledičnih veza potencionalnih izvora varijacija mernog sistema. U cilju ispitivanja ovih nepravilnosti u mernom sistemu koristi se metoda ocene ponovljivosti i reproduktivnosti merila (R&R metoda).



Slika 1. Dijagram uzročno – posledičnih veza varijabilnosti mernog sistema [2]

2.3. Studija ponovljivosti i reproductivnosti mernog sistema

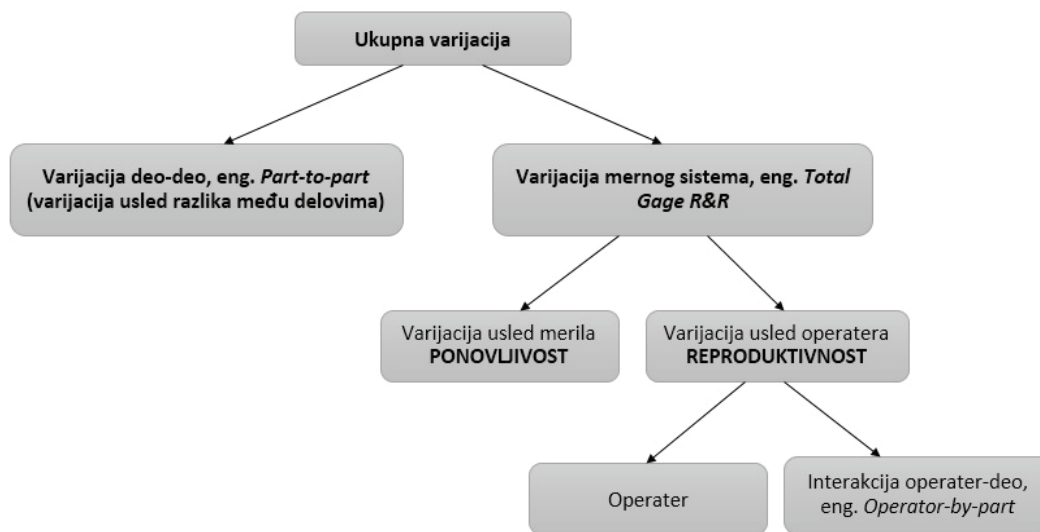
Studija ponovljivosti i reproductivnosti mernog sistema - R&R (eng. Gage Repeatability & Reproducibility Study) predstavlja statistički alat koji se primenjuje za merenje količine varijacije u mernom sistemu koja proističe iz mernog instrumenta i operatera koji vrši merenje. Ova studija za pocenu varijacije koristi dve komponente koje su date i u obliku jednačine (1):

- Ponovljivost (eng. Repeatability) – odnosi se na varijaciju mernog instrumenta, odnosno mernog sistema. Ponovljivost predstavlja varijaciju koja se očitava kad jedan operater istim instrumentom meri isti deo (uzorak) nekoliko puta.

- Reproductivnost (eng. Repeatability) – odnosi se na varijaciju operatera. Ona podrazumeva sposobnost različitih operatera da pruže jednaka očitavanja korišćenjem istog mernog instrumenta mereći isti uzorak nekoliko puta.

$$\sigma_{ukupno}^2 = \sigma_{ponovljivost}^2 + \sigma_{reproductivnost}^2 \quad (1)$$

Profesionalci u oblasti kvaliteta znaju da izrađeni proizvodi predstavljaju ključ za održavanje specifikacija korisnika, kao i da je neophodno statističko upravljanje procesima kako bi se izvršilo poboljšanje samih procesa. Mnogi ponekad zaboravljaju da su podaci vredni samo ukoliko je merni sistem adekvatan, tj. ako je validan.



Slika 2. Komponente ukupne varijacije mernog sistema

Zadatak R&R studije je da ukaže operaterima da li je merni sistem pogodan za datu primenu tako što će pokazati koji deo mernog sistema doprinosi najvećoj količini varijacije. Tri glavna izvora varijacije u mernim sistemima su:

- radni predmeti,
- operateri, i
- merni instrumenti.

Detaljna tipizacija varijacija vrednosti rezultata merenja date su na slici 2. U cilju sprovođenja studije neophodno je posedovati sofisticirane programske pakete koji sadrže namenske alate. U sledećem poglavlju se daje primer sprovedene studije iz proizvodnog okruženja u programskom paketu QI Macros [3]

3. PRAKTIČAN PRIMER

U cilju prikazivanja mogućnosti QI Macros modula koji se nalazi u Microsoft Office Excel i sprovođenja studije ponovljivosti i reproduktivnosti na praktičnom primeru je vršeno merenje spoljašnjeg prečnika rukavca vratila u uslovima serijske proizvodnje. Specifirana vrednost prečnika je $d=18\text{mm}$ sa odstupanjem $+0.03$ i -0.01 . Merenje 10 radnih komada iz ukupne serije je mereno digitalnim pomično kljunasto merilom tačnosti očitavanja 0.01mm . Merenje su sprovedla tri operatera u pet opservacija poštujući sledeća pravila:

- na slučajan način se pravi raspored delova koji se daje svakom operateru, i
- svaki deo se mora označiti ali operater ne sme da vidi oznaku.

Nakon sprovođenja merenja prema planu eksperimenta rezultati su svrstani u odgovarajući prozor. Analiza mernog sistema se mogu sprovesti korišćenjem dve metode: kontrolna karta srednjih vrednosti i raspona (x&R-kontrolna karta) i ANOVA metod.

3.1. x&R kontrolna karta

Na osnovu prikaza rezultata merenja Gage R&R metodom, možemo uočiti „Gage System Okay”-merni sistem je zadovoljavajući. (slika 3). Mogu biti i druge poruke „Gage system may be acceptable based on

Range Average	0.0097												
XDiff	0.0095												
UCL	0.0316												
LCL	0.0000												
Repeatability(EV)	0.0086												
Reproducibility(AV)	0.0046												
Gage Capability(R&R)	0.0097												
Spec Tolerance	0.4												
		Constants											
		10 Trials	9 Trials	8 Trials	7 Trials	6 Trials	5 Trials	4 Trials	3 Trials	2 Trials	# Trials	2	
		1.777	1.816	1.864	1.924	2.004	2.11	2.28	2.58	3.27	D4	3.27	
		0.223	0.184	0.136	0.076	0	0	0	0	0	D3	0	
		0.308	0.337	0.373	0.419	0.483	0.577	0.729	1.023	1.88	A2	1.88	
		0.32494	0.3367	0.3512	0.36977	0.39457	0.4299	0.4857	0.59082	0.8862	K1	0.886226	
								0.7071	0.5231			K2	0.5231
								2 Ops 3 Operators					
		3.07751	2.97003	2.8472	2.70436	2.53441	2.3259	2.0588	1.69257	1.1284	d2		
		Gage System Okay											
		% Using TV Tolerance											
AIAG - Automotive Indu:	TV												
EV (Equipment Variator	0.0086												
%EV	8.4%	12.9%	# Parts	#Trials	#Ops								
AV: (Appraiser Variation	0.00459												
%AV	4.5%	6.9%											
R&R (Gage Capability)	0.0097												
%R&R	9.5%	14.6%											
PV (Part Variation)	0.1017												
%PV	99.5%	153%											
TV (Total Variation)	0.1022												
		NDC 15											
		Equipment Variation (EV)											
		% of Total Variation (TV)											
		Appraiser Variation(AV)											
		% of Total Variation (TV)											
		Repeatability and Reproducibility (R&R)											
		% of Total Variation (TV)											
		Part Variation (PV)											
		% of Total Variation (TV)											
		Total Variation (TV)											

Slika 3. R&R studija mernog sistema korišćenjem x&R kontrolne karte

importance of application and cost“ – Merni sistem može biti prihvatljiv na osnovu značaja primene i troškova, ili „Gage system needs improvement“- Merni sistem treba poboljšati. Navedeni izlaz iz softvera su zasnovani na kriterijumima za prihvatljivost mernog sistema i to:

1. NDC - Number of distinct categories. Ovaj broj označava koliko različitih kategorija delova merni sistem može da raspozna. Npr. merni sistem je izmerio 10 delova i od njih je uspeo da razlikuje samo 4 različite kategorije. To podrazumeva da su neki od 10 izmerenih delova previše identični da bi merni sistem mogao da ih razdvoji u kategorije i da je neophodno mnogo preciznije merilo kako bi se broj kategorija povećao. Ovaj broj se dobija tako što se izračuna količnik standardne devijacije delova (Part-To-Part) i standardne devijacije merila (Total Gage R&R) i pomnoži sa koeficijentom 1,41. Vrednost se zaokružuje na najbliži ceo broj. Prema preporukama ukoliko je broj različitih kategorija manji od 2, merni sistem se smatra neprihvatljivim jer nije u stanju da razlikuje delove i sve ih svrstava u jednu kategoriju. Za prihvatljivi merni sistem neophodno je 5 ili više različitih kategorija delova. U primeru kod nas je 15.

2. Prihvatljivost mernog sistema na osnovu rezultata R&R

- Merni sistem se smatra prihvatljivim - Ispod 10% greške % R&R
- Merni sistem se može prihvatiti samo pod određenim uslovima, npr. zbog važnosti primene, zbog troškova mernih uređaja, troškova popravke itd, - od 10%-30% greške % R&R.
- Merni sistem se smatra neprihvatljivim i neophodno je konsultovati se sa visoko obučanim pojedincima kako bi se preduzele mere za njegovo poboljšanje - Iznad 30% greške % R&R.

3.2. ANOVA metod

Anova metoda je preciznija od X&R karte, koja u svojoj analizi uključuje interakciju operater-deo na osnovu p-vrednosti koja u ovom slučaju iznosi 0,263 (slika 4). Podaci u radnom prozoru su od presudnog značaja jer oni najbolje ukazuju na razlike između ANOVA i X&R metode.

Calculate GageR&R using Anova					With Interaction		Without Interaction	
Anova Source	df	SS	MS	F	P	F	P	
Appraiser	2	0.0010	0.0005	2.328	0.126	2.10108	0.133	
Parts	9	0.6919	0.07688	369.021	0.000	333.052	0.000	
Appraiser x Part	18	0.0048	0.00027	1.288	0.263			
Gage w AP Interaction	30	0.0063	0.0002					
Gage w/o AP Interacti	48	0.0111	0.0002					
Total	59	0.70397						

	Without Interaction					NDC 10		With Interaction					NDC 10	
	Estimate of Variance	Std. Dev		Total Variation	% Contribution	Total Variation Using Tolerance		Estimate of Variance	Std. Dev		Total Variation	% Contribution	Total Variation Using Tolerance	
Without Interaction														
Repeatability	0.00023	0.01519	EV	13.3%	2%	22.8%		0.00021	0.0144	EV	12.7%	2%	21.7%	
Appraiser	1.3E-05	0.00356	AV	3.1%	0%	5.3%		1.1E-05	0.0033	AV	2.9%	0%	4.9%	
AppraiserxPart	0	0	INT	0.0%	0%	0.0%		3E-05	0.0055	INT	4.8%	0%	8.2%	
R&R	0.00024	0.01561	R&R	13.7%	2%	23.4%		0.00025	0.0158	R&R	13.8%	2%	23.7%	
Part	0.01277	0.11303	PV	99.1%	98%	169.5%		0.01277	0.113	PV	99.0%	98%	169.5%	
			TV	0.68459		0.06667				TV	0.68457			

Slika 4. R&R studija mernog sistema korišćenjem ANOVE

U pogledu na polje NDC- Number of distinct categories vidimo da i ova metoda ima dovoljan broj različitih kategorija NDC-10, što zadovoljava kriterijum da je vrednost različitih kategorija veće ili jednako od 5. Međutim u polju R&R je broj 13,7% (slika 46) gde se može zaključiti da najviše varijacije proizilazi usled razlika između delova, ali i pored toga merni sistem zahteva dodatna poboljšanja. Postoje tri vrste varijacije

- Deo -razlike između proizvedenih delova
- Reproductivnost (eng. Appraiser Reproducibility) – odnosi se na varijaciju operatera. Ona podrazumeva sposobnost različitih operatera da pruže jednaka očitavanja korišćenjem istog mernog instrumenta, mereći isti uzorak nekoliko puta.
- Ponovljivost (eng. Equipment Repeatability) – odnosi se na varijaciju mernog instrumenta, odnosno mernog sistema. Ponovljivost predstavlja varijaciju koja se očitava kada jedan operater istim instrumentom meri isti deo (uzorak) nekoliko puta.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti:

Ako je $AV > EV$ - potrebna dodatna obuka za operatera da bi metoda bila uspešna.

Ako je $EV > AV$ - potrebno je pregledati održavanje mernih sistema, ili izbor novog mernog instrumenta / sistema.

3.3. Grafički prikaz rezultata

Softver ima mogućnost grafičkog prikazivanja podataka i to: *Components of Variation* (Komponente varijacije) – predstavlja grafički prikaz (histogram) radnog prozora koji pokazuje doprinos komponenti varijacije ukupnoj varijaciji merenja; *Operator by Part Interaction* (*Part*Operator Interaction*, Interakcija operater-deo) – Grafik koji pokazuje promenu interakcije operater-deo; *Part by Appraiser Plot* (kontrolna karta prema operateru) – kontrolna karta koja prikazuje ukupnu srednju vrednost merenja za svakog pojedinačnog operatera i omogućava njihovo poređenje međusobno, kao i poređenje sa ukupnom srednjom vrednošću merenja za sve operatere (svetlo zelena horizontalna linija na karti; *Range of Parts by Appraiser* (kontrolna karta prema operateru) – prikazuje varijacije u merenjima za svakog pojedinačnog operatera i omogućava poređenje među operaterima. U master radu se mogu pogledati primeri grafika.

3. ZAKLJUČAK

Šest Sigma metodologija je u svetu korporativnog razvoja, doprla je do svakog mesta, pa veoma važno shvatiti njenu filozofiju i pokrenuti njenu praktičnu primenu. Ona je takođe moderan pristup poboljšanju procesa i proizvoda kroz upotrebu statističkih metoda sa ciljem da ostavi zadivljujući utisak na kupce i korisnike. Uz pravilnu implementaciju, dobijaju se dobri rezultati i Šest Sigma postaje kontinuirani proces poboljšanja kvaliteta i smanjenja troškova u okviru preduzeća

4. LITERATURA

- [1] McCarty, T., Daniels, L., Bremer, M., Gupta, P., The Six Sigma Black Belt Handbook, McGraw-Hill, New York, 2005.
- [2] Automotive Industry Action Group (AIAG): „Measurement Systems Analysis Reference Manual“, 3rd edition, Chrysler, Ford, General Motors Supplier Quality Requirements Task Force, 2002
- [3] QI Macros: SPC Software for Excel Six Sigma Software, ULR <https://www.qimacros.com/training/qi-macros-webinar/qi-macros-statistics/>

Kratka biografija:



Aleksandar Damjanov rođen je u Kikindi 1975. god. Diplomski – master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstvo odbranio je 2016. god.



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



Dr Miodrag Hadžistević rođen je u Bjeljini 1966. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2004. god., a od 2015. izabran je za redovnog profesora. Uža naučna oblast su metrologija, kvalitet, pribori i ekološko inženjerski aspekti.

**PRIMENA NEKONVENCIONALNIH SISTEMA GREJANJA, HLAĐENJA I PRIPREME
TOPLE POTROŠNE VODE PORODIČNOG OBJEKTA**
**USE OF NON-CONVENTIONAL SYSTEMS FOR HEATING, COOLING AND
DOMESTIC HOT WATER PREPARATION OF FAMILY BUILDING**

 Miloš Pantić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*
Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Radom su obuhvaćene teorijske osnove o primeni panelnih sistema za grejanje i hlađenje, kao i priprema tople potrošne vode pomoću solarних kolektora. Iznete teorijske osnove su primenjene za iznalaženje tehničkog rešenja sistema grejanja i hlađenja jednog porodičnog objekta.

Abstract – Thesis covers theoretical basis of the application panel system for heating and cooling and preparation of domestic hot water using solar collectors. The presented theoretical foundations have been applied in order to find technical solutions for heating and cooling systems of the family building.

Ključne reči: Heating, Cooling, Panel systems, Domestic hot water

1. UVOD

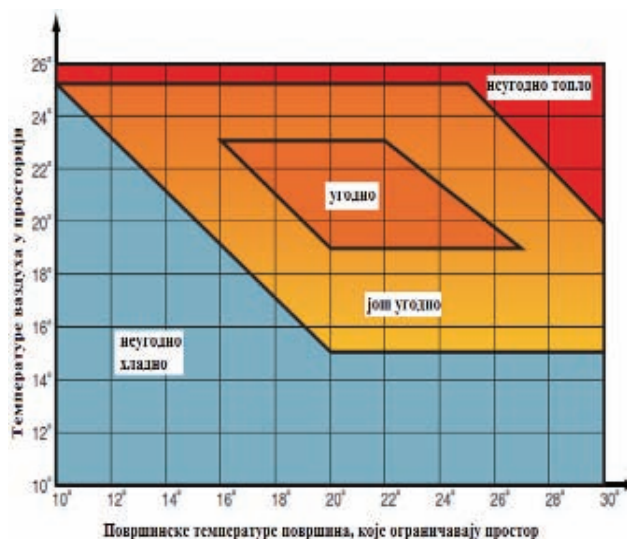
Primena panelnih sistema grejanja i hlađenja kao niskotemperaturni sistem, omogućava primenu obnovljivih izvora energije uz upotrebu toplotne pumpe i solarnih kolektora koja omogućava smanjenje potrošnje finalne energije. Pored toga panelni sistemi grejanja i hlađenja kao niskotemperaturni sistemi omogućuju ugodan termički komfor uz niže temperature od konvencionalnih sistema za grejanje i viših temperatura od konvencionalnih sistema za hlađenje (slika 1). Sam sistem se sastoji od ugrađenih cevi, u podove, plafone i zidove objekta, koje su uglavnom od PVC-a. Razmena toplote se uglavnom obavlja zračenjem i to oko 70%, ostatak je uglavnom konvekcijom. Za pripremu tople potrošne vode koristi se sistem solarnih kolektora. Intenzitet sunčeve radijacije u Srbiji je među najvećima u Evropi, stoga je njegova primena jako pogodna za korišćenje.

2. ZADATAK RADA

Zadatak diplomskog-master rada jeste da se prouči primena panelnih sistema grejanja i hlađenja kao niskotemperaturni sistemi uz pripremu tople potrošne vode pomoću solarnih kolektora. U skladu sa teorijski iznetom metodologijom standarda i aktuelnim Pravilnikom o energetske efikasnosti zgrada [1], potrebno je da se izvrši proračun potrebnih kapaciteta instalacija panelnog grejanja i hlađenja i pripremem tople potrošne vode.

NAPOMENA:

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


 Slika 1. *Dijagram ugodnosti*

Na prikazanoj slici možemo videti područje termičke ugodnosti boravka ljudi u zavisnosti od temperature vazduha prostorije i srednje vrednosti temperature površina koje ograničavaju prostor. Sa nje se može zaključiti da što je niža srednja temperatura površina koje ograničavaju prostor potrebna je viša temperatura vazduha i obrnuto.

3. TERMIČKI OMOTAČ

Termički omotač zgrade je omotač koji pruža toplotni otpor. Koeficijenti prolaza toplote građevinskih elemenata omotača su niži od maksimalno dozvoljenih prema [1] za dati element, stoga termički omotač zadovoljava aktuelne propise.

Koeficijent prolaza toplote treba da bude poznat za svaku površinu kroz koju postoji razmena toplote. Tako da prema [1] vrednost koeficijenta prolaza toplote građevinskog elementa proračunava se za netransparentne površine prema standardu SRPS EN ISO 6946. Dok se vrednost koeficijenta prolaza toplote za transparentne površine vrši u skladu sa standardom SRPS EN ISO 10077-1.

Izračunati koeficijenti prolaza toplote prikazani su u sledećoj tabeli:

 Tabela 1. *Izračunati koeficijenti prolaza toplote*

Tavanica [W/m ² K]	Pod prizemlje [W/m ² K]	Unutrašnji zid [W/m ² K]	Spoljašnji zid [W/m ² K]
0,158	0,29	0,28	0,178

Ostali koeficijenti za prozore, unutrašnja vrata i spoljašnja su usvojeni i iznose:

Tabela 2. Usvojeni koeficijenti prolaza toplote

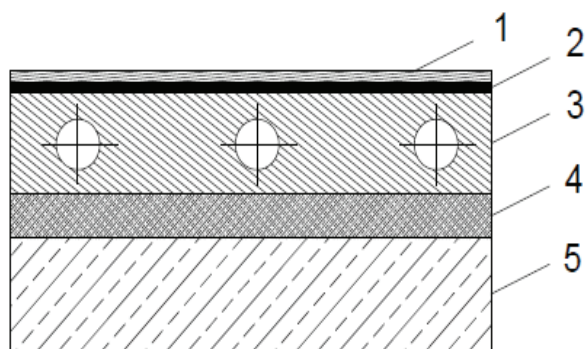
Prozor [W/m ² K]	Spoljašnja vrata [W/m ² K]	Unutrašnja vrata [W/m ² K]
1,2	1,2	2,3

4. SISTEM GREJANJA

Zadatkom rada projektovan je zatvoren dvocevni toplovodni pumpni sistem centralnog grejanja, uz upotrebu podnih grejnih površina.

Proračun gubitaka toplote, odnosno potreban kapacitet sistema za zagrevanje prostorija urađen je po propisu normative SRPS EN 13790. Prilikom proračuna uzeto je u obzir transmisioni gubitak toplote kroz elemente termičkog omotača zgrade, kao i ventilacioni gubici prostorija, nastali usled minimalno potrebnih izmena vazduha. Proračun je rađen sa spoljnom projektnom temperaturom od -14,8°C i unutrašnjim projektnim temperaturama prema važećim propisima, a prema nameni prostorije, odnosno 20°C, za sve prostorije osim za kupatilo u kome je 24°C.

Sam podni sistem izveden je u mokrom postupku gradnje, pri čemu su cevi u direktnom kontaktu sa estrihom. Cevi su marke Rehau dimenzija 17 x 1,5 mm, položene u cevnu zmiју kao što je dato na grafičkim podlogama i priključene su na sabirnik i razdelnik, koji poseduju prateću opremu za ozračivanje instalacije, merenje protoka, slavinom za punjenje / pražnjenje sistema. Sam estrih kao vezivni materijal koristi cement zbog njegove jednostavne primene, ugradnje i cene uz dodatak odgovarajućih aditiva u propisanim količinama. Sistem je projektovan kao niskotemperaturski, režima 45/35 °C.



Slika 2. Presek strukture poda kod mokrog sistema 1-podna obloga, 2-vezivni sloj, 3-mokri estrih, 4-toplotna i zvučna izolacija, 5-moseća konstrukcija [2]

Potreban kapacitet podnog grejanja iznosi 9,5 kW dok je instalisani kapacitet 10,3 kW.

Cevne zmiје su preko razvodnika, koji se nalazi u hodniku, razvedene i postavljene u svim prostorijama u obliku spirale, bez ivične zone, a povratni vod je povezan na sabirnik. Zbog maksimalne dozvoljene temperature poda od 29°C u boravišnim prostorijama, odnosno 35°C u područjima u kojima retko boravimo (ugaone zone, kupatilo), razlika u razvodnom i povratnom vodu je

između 5-10K. A kao što je ranije navedeno polazna temperatura je 45°C.

Na kraju za cirkulaciju vode u cevnim zmiјama usvojena je cirkulaciona pumpa **Stratos 25/1-6 PN 10**, snage **30 W**.

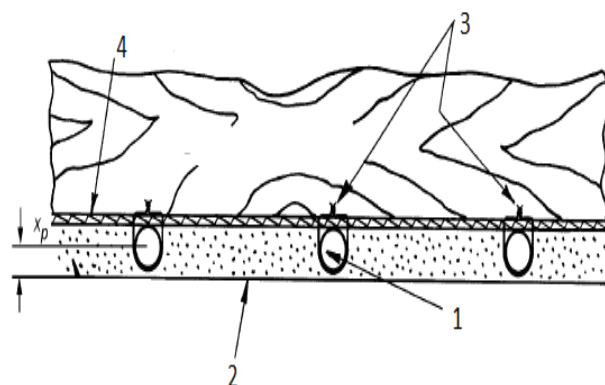
5. SISTEM HLAĐENJA

U radu je proračun dobitaka toplote rađen prema istoj normativi za spoljnu temperaturu od 34°C i relativnu vlažnost vazduha od 32% i unutrašnjim projektnim temperaturama prema važećim propisima i iznosi 5,3 kW.

Sam plafonski sistem izveden je u mokrom postupku gradnje, pri čemu su cevi u direktnom kontaktu sa estrihom. Cevi su takođe marke Rehau dimenzija 17 x 1,5 mm i položene su u cevnoj zmiјi.

Prilikom montaže mora da se obrati pažnja da se ostavi prostor za postavljanje električnih instalacija zbog rasvete na plafonu. Sve to je prikazano na grafičkim podlogama. Cevne zmiје su postavljene u spirali i vertikalnim cevima na zidu su povezane sa razvodnim ormanom koji se nalazi u hodniku, u kome se nalaze sabirnik i razvodnik, sa svom pratećom opremom za ozračavanje instalacije, merenje protoka i slavinom za punjenje i pražnjenje sistema.

Na sledećoj slici prikazan je presek strukture plafona kod mokrog sistema [3].



Slika 3. 1. grejna cev, 2. malter, 3. veza između cevi i metalne letve, 4. metalna letva.

Ovaj tip plafonskog sistema hlađenja sa prekrivanjem cevi malterom nije pogodan za prostorije sa većim sadržajem vlage, shodno tome uglavnom se i koriste u kućama i poslovnim prostorijama.

Konkretno u ovom radu instaliran je sistem hlađenja snage 5,3 kW. Temperatura polazne vode je 16°C, a povratne 18°C, kao što vidimo temperaturna razlika je 2K, s'obzirom da kod sistema hlađenja ne bi trebalo da razlika bude veća od 5K.

Temperatura plafona je u proseku oko 19°C i ne bi trebalo da bude niža zbog mogućeg stvaranja kondenzacije.

Za cirkulaciju vode u sistemu koristi se ista pumpa kao kod podnog grejanja – **Stratos 25/1-6 PN 10**, snage **30 W**.

6. REGULACIJA PANELNOG SISTEMA I TOPLITNA PUMPA

Panelni sistem se reguliše centralnom regulacijom, odnosno reguliše se protok i temperatura napojne vode sistema na osnovu spoljne temperature.

Na osnovu proračuna usvaja se toplotna pumpa marke 'Gorenje', tip Aquagor, čiji je kapacitet 11,6 kW. Toplotna pumpa (voda-voda) locirana je u podrumu i za to je posebno namenjena prostorija, što se može videti u grafičkoj dokumentaciji, sa svom pratećom opremom. Za dovod i povrat podzemne vode izbušeni su upojni i izvorni bunar, čiji su prečnici 150 mm. Bušenje bunara je do dubine od 35 m. Pri čemu su bunari na međusobnom rastojanju od 15 m.

Za dovod podzemne vode iz izvornog bunara do toplotne pumpe i odvod od toplotne pumpe do upojnog bunara, ugrađene su PE cevi proizvođača 'Petrohemija' Pančevo. Cevi su spoljnog prečnika 63 mm i nazivni pritisak cevi je 10 bara. U izvornom bunaru je ugrađena potopna pumpa TWU 4-0207-C 3 sa filterom i nepovratnim ventilom.

7. SISTEM ZA PRIPREMU TOPLE POTROŠNE VODE SOLARNIM SISTEMOM

Proračun za pripremu TPV je urađen za sledeće početne uslove:

- Strana sveta – jugo-zapad
- Nagib krova - 45°
- Dnevna potrošnja - 180 litara
- Solarna frakcija – 60%

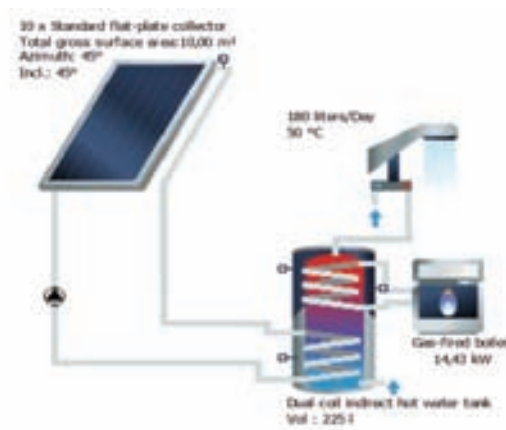
Proračun je urađen u programskom alatu T*Sol za zadate uslove i usvojena je sva prateća oprema [4]. Sam alat koristi proverene algoritme za proračun i veoma je pouzdan i bez greške može da odredi potrebnu površinu kolektora, broj kolektora i zapreminu rezervoara. Pri čemu se mogu izabrati različiti tipovi sistema. U radu je usvojen jedan osnovni sistem za pripremu TPV i prikazan je na slici 4.

Naime Sunce zagreva apsorber kolektora i radni fluid koji u njemu cirkuliše, u našem slučaju voda se zagreva. Tako zagrejana voda se pomoću cirkulacione pumpe transportuje do donjeg izmeđuvača toplote solarnog rezervoara i tamo predaje svoju toplotnu energiju toploj potrošnoj vodi koja se nalazi u njemu.

Regulator temperaturne razlike uključuje cirkulacionu pumpu u solarnom kružnom toku, uvek kada je temperatura u kolektoru viša od temperature u donjem delu rezervoara. Temperaturna razlika se meri pomoću odgovarajućih senzora temperature koji se nalaze u kolektoru i solarnom rezervoaru.

Kada imamo malo sunčevog zračenja u tom slučaju se za potrebnim dodatnim zagrevanjem koristi dodatni vid energije koji je u našem slučaju gasni bojler gde se preko gornjeg izmeđuvača toplote u rezervoaru vrši razmena toplote.

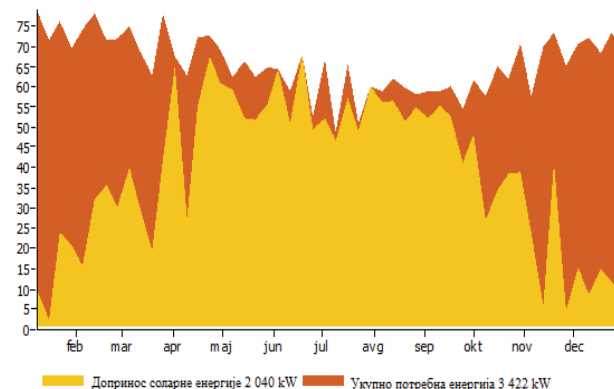
Zahvaljujući slojevitosti temperature, toplija voda se koncentriše u gornjem delu rezervoara, na koji se način smanjuje potreba za dogrevanje iz gasnog bojlera. Sve se to može videti na sledećoj slici.



Slika 4. Solarni sistem za pripremu tople potrošne vode

Sa slike se vidi da usvojeni sistem sadrži 10 kolektora, ukupne površine 10 m², zatim akumulacioni rezervoar ukupne zapremine od 225 litara, gasni bojler, kao pomoćni izvor energije kada je potrebno, snage 14,43 kW i temperatura vode od 50°C.

Zatim nakon urađene simulacije za godišnji period dobijaju se neki od sledećih podataka: izbegnuta emisija CO₂ od 612,09 kg, zatim sačuvan prirodni gas zapremine od 289,5 m³. Pri svemu tome ukupan doprinos solarne energije iznosi 2 040 kW, u odnosu na ukupnu potrebnu energiju od 3 422 kW. Na sledećoj slici 5 se to može i videti.



Slika 5. Upotrebljena solarna energija procentualno u odnosu na ukupnu potrebnu energiju

8. ZAKLJUČAK

U radu su iznete teorijske osnove iz oblasti primene panelnih sistema grejanja i hlađenja i pripreme tople potrošne vode. U radu je priložen i primerni projekat jednog stambenog objekta. Projektovani panelni sistem je niskotemperaturni sistem koji omogućava primenu obnovljivih izvora energije i stoga je primena toplotnih pumpi prioritarna i sa aspekta grejanja i sa aspekta hlađenja. U režimu grejanja 45/35°C prostorije se zagrevaju podnim grejanjem, pri čemu instalisani kapacitet grejanja zadovoljava potrebe objekta. U režimu hlađenja 18/16°C prostorije se rashlađuju sistemom plafonskog hlađenja. Dok projektovani sistem za pripremu tople potrošne vode obezbeđuje higijenske uslove pripreme i korišćenje tople vode zadate temperature od 50°C. Sistem čine 10 ravnih kolektora,

circulaciona pumpa, rezevoar zapremine 225 litara koji je povezan sa gasnim bojlerom kao dodatnim izvorom toplote koji se pali kada nema dovoljno sunčeve energije. 60% od ukupne iskorišćene energije za pripremu TPV se upotrebi sunčeva energija i time se značajno uštedi potrošnja gasa i ujedno smanji emisija CO₂.

9. LITERATURA

- [1] PRAVILNIK O ENERGETSKOJ EFIKASNOSTI ZGRADA, Službeni glasnik RS, br. 61/2011, od 19.8.2011.godine.
- [2] M. Bogner, M. Miladinović, Površinsko grejanje i hlađenje, ETA, Beograd, 2009.
- [3] ASHRAE, Handbook – HVAC Systems and Equipment, ASHRAE, 2008, Chapter 6.
- [4] User Manual – Design and Simulation of thermal solar systems, Valentin software, Berlin, April 2013.

Kratka biografija:



Miloš Pantić rođen je u Požarevcu 1991. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Termotehnika odbranio je 2016. god.



Aleksandar Andelković rođen je u Šapcu 1981. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2015. god., a od 2015 je u zvanju docent. Oblast interesovanja su nekonvencionalni sistemi grejanja i hlađenja.

UNUTRAŠNJA GASNA INSTALACIJA INFRACRVENOG SISTEMA GREJANJA HALE SPORTOVA U TRSTENIKU**INTERNAL GAS INSTALATION FOR INFRARED HEATING SYSTEM OF SPORTS HALL IN TRSTENIK**

Branimir Stevanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu se iznosi tehničko rešenje unutrašnje gasne instalacije (UGI) za Halu sportova u Trsteniku. Pre izrade tehničkog rešenja za UGI, predloženo je tehničko rešenje za merno-regulacionu stanicu (MRS) i tehničko rešenje za sistem infracrvenog (IC) grejanja za glavnu salu, kao i tehničko rešenje za dimovodnu instalaciju.

Abstract – This paper provides technical solution for internal gas installation of the Sports Hall in Trstenik. As the part of this paper it was proposed technical solution of natural gas metering and pressure regulating station, technical solution for infrared heating system for mail hall and technical solution for installations for discharge of flue gases,

Cljučne reči – Gasna instalacija, Grejanje, Odvođenje dimnih gasova.

1. UVOD

Gas, kao energent, danas predstavlja jedan od najbitnijih, ekološki najčistijih energenata kojim se raspolaže. Upotreba gasa kao energenta za rad mnogih sistema grejanja dovela je i do razvoja gasnih instalacija. Deo gasovoda koji počinje iza glavnog zapornog cevnog zatvarača na gasnoj distributivnoj mreži, a završava se na mestu ulaska u uređaj za sagorevanje gasa, naziva se unutrašnja gasna instalacija (UGI).

Jedan od sistema grejanja koji direktno koristi gas za svoj rad jeste i sistem infracrvenog (IC) grejanja. Osnovni princip rada IC grejača jeste da se određene čvrste površine (ploče ili cevi) zagrevaju na visoku temperaturu i zbog visoke temperature oni 80% toplote odaju zračenjem, a samo 20%, ili manje, odaju konvekcijom.

Zraci koji nastaju prilikom zagrevanja se uz pomoć reflektora usmeravaju u željenom smeru. Ključna osobina IC grejača je u tome što zraci ne zagrevaju okolni vazduh već toplotu direktno predaju čvrstom telu.

NAPOMENA:

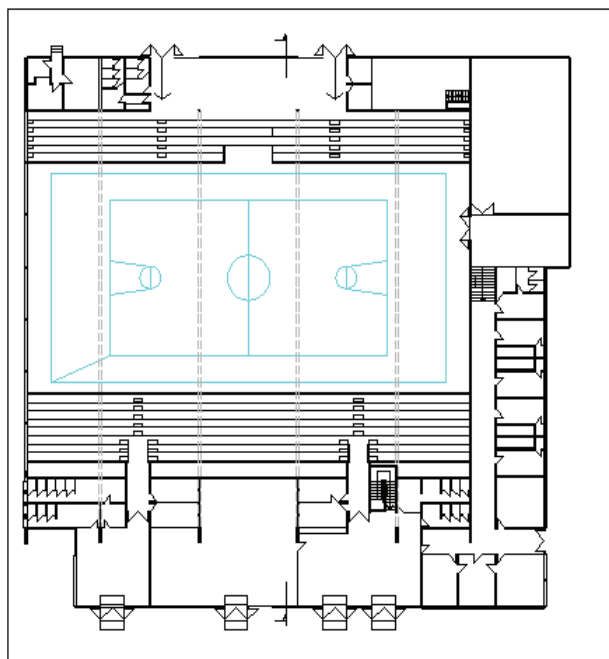
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc Siniša Bikić.

2. ZADATAK RADA

Zadatak rada, je da se za Halu sportova u Trsteniku, površine 2956 m² (slika 1), izradi tehničko rešenje unutrašnje gasne instalacije kao deo rekonstrukcije sistema grejanja Hale sportova.

Za dati objekat je prvo bilo potrebno utvrditi građevinsku strukturu objekta i izvršiti proračun gubitaka toplote (transmissionih, filtracionih i ventilacionih), a zatim, na osnovu dobijenih gubitaka, predvideti sistem infracrvenog (IC) grejanja. Za potrebe rada IC grejača bilo je potrebno predložiti i sistem za odvod dimnih gasova.

Za potrebe izrade tehničkog rešenja i dimenzionisanja unutrašnje gasne instalacije, predloženo je tehničko rešenje merno-regulacione stanice.



Slika 1. Osnove predmetnog objekta

3. ANALIZA GRAĐEVINSKE STRUKTURE OBJEKTA

Zbog proračuna gubitaka za dati objekat bilo je neophodno utvrditi njegovu građevinsku strukturu.

Objekat je izgrađen 1980. godine. Uvidom u projekat za izgradnju ovog objekta i pregledom objekta na terenu utvrđena je kompletna struktura kao i sve prepravke i odstupanja od prvobitnog projekta.

U tabeli 1 prikazani su svi koeficijenti prolaza toplote dobijeni nakon utvrđivanja građevinske strukture objekta.

Tabela 1. Koeficijenti prolaza toplote

Koeficijenti prolaza toplote		Debljina sloja
	$U(W/m^2K)$	$D(mm)$
SZ aneksa	0,78	285
SZ 1	0,77	315
SZ 2	0,47	315
SZ 3	2,58	253
UZ 1	1,55	200
UZ 2	2,08	120
UZ 3	2,66	70
UZ 4	3,08	150
UZ dvorane	0,95	150
UZ beton	2,11	200
Pod pločice	0,56	360
Pod v hale	0,75	431
Pod par	0,69	374
Pod tribina	3,40	80
Pod tapison	0,56	334
K (krov)	0,66	41
SV	5,8	/
SP	5,8	/

Vrednost većine koeficijenata je veća nego što je predviđeno pravilnikom o energetskej efikasnosti zgrada [1] što je i normalno s obzirom na starost objekta i propise koji su važili u vreme izgradnje objekta.

4. GREJANJE VELIKE SALE

Za potrebe grejanja velike sale tehničkim rešenjem je predložen sistem IC grejanja. Količina gubitaka toplote i potreban kapacitet sistema utvrđen je proračunom prema standardu DVGW G679 [2], a u vezi je sa SRPS EN 12831:2012 [3].

Proračun toplotnih gubitaka se vrši prema standardu SRPS EN 12831:2012 nakon čega se određuje korekcijski faktor za korekciju unutrašnje projektne temperature. Korekcija unutrašnje projektne temperature se vrši preko korekcionog faktora K_s preko formule:

$$K_s = \frac{E_l \cdot C_s \cdot N}{H_m \cdot C_l \cdot E_s \cdot \varphi_m \cdot E_f}, \quad (1)$$

gde su:

- E_l – stepen iskorišćenja zračećeg sistema [-];
- C_s – specifična toplota potrebna za zračeće grejanje [$W/m^2/K$];
- N – apsorpcioni broj koji zavisi od sadržaja vodene pare, CO_2 i prašine u vazduhu [-];
- H_m – srednja visina prostorije i predstavlja odnos ukupne zapremine prostorije i površine poda [m];
- C_l – specifična toplota potrebna pri zagrevanju [$W/m^3/K$];
- E_s – stepen iskorišćenja vazduha, koji zavisi od tipa i konstrukcije grejača [-];
- E_f – koeficijent koji zavisi od visine montaže grejača, kao i od površine osnove zgrade i odnosa širine i dužine objekta [-] i
- φ_m – srednji zračeći broj koji zavisi od načina postavljanja grejača (horizontalno ili pod nagibom) [-].

Nakon određivanja faktora K_s korekcija se vrši preko formule:

$$t_v = \frac{t_s + t_u \cdot K_s}{1 + K_s}, \quad (2)$$

Na kraju se pomoću tako korigovane temperature određuje potrebna količina toplote za zagrevanje pomoću infracrvenih grejača.

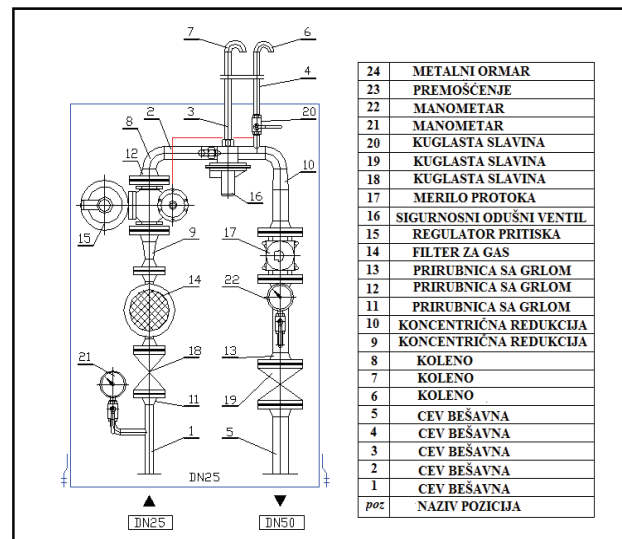
Unutrašnja projektna temperatura je $16\text{ }^\circ\text{C}$, dok je spoljašnja projektna temperatura $-16,3\text{ }^\circ\text{C}$. Nakon određivanja korekcionog faktora K_s dobija se unutrašnja temperatura prostorije koja je relevantna za proračun i ona iznosi $14,34\text{ }^\circ\text{C}$.

Ukupni gubici koje treba nadoknaditi sistemom IC grejanja iznose 288482 W . Da bi se savladali gubici toplote usvojeno je 8 IC grejača jedinične snage 38 kW i to 6 dvocevnih grejača, za potrebe grejanja terenskog prostora sale, i dva jednocevna grejača, za potrebe grejanja gledališta. Ukupna instalisana snaga usvojenih IC grejača je 304 kW .

5. MERNO - REGULACIONA STANICA

Za potrebe izrade tehničkog rešenja unutrašnje gasne instalacije bilo je potrebno i predložiti tehničko rešenje za merno - regulacionu stanicu odakle će se gasom snabdevati gore pomenuti IC grejači. Potreban izlazni pritisak gasa je 100 mbar , dok je pritisak na ulazu u stanicu od 2 do 4 bar.

Merno – regulaciona stanica se sastoji od filtera za gas, regulatora pritiska sa blok ventilom, sigurnosnog odušnog ventila, rotacionog merila protoka i prateće zaporne opreme (slika 2).



Slika 2. Merno – regulaciona stanica sa opremom

Za ulazni prečnik gasovoda usvojen je DN25, a za izlazni prečnik gasovoda DN50, na osnovu uslova da brzina strujanja gasa ne bude veća od 20 m/s .

6. UNUTRAŠNJA GASNA INSTALACIJA

Tehničko rešenje za unutrašnju gasnu instalaciju (UGI) je urađeno na osnovu potrebne količine gasa od strane IC sistema grejanja, pada pritiska u cevovodu i maksimalno dozvoljene brzine strujanja gasa [4]. Predviđeno je da se UGI izradi od bešavnih čeličnih cevi.

Potrebni prečnik cevi se računa prema formuli:

$$D = \sqrt{\frac{354 \cdot \rho_s \cdot V_g}{v \cdot \rho_p}}, \quad (3)$$

gde su:

ρ_s – gustina gasa pri standardnim uslovima [kg/m³];

ρ_p – gustina gasa pri radnim (pogonskim) uslovima [kg/m³];

v – brzina strujanja gasa [m/s] i

\dot{V}_g – zapreminski protok gasa [m³/s].

Svaki od usvojenih IC grejača ima potrošnju od 4,2 m³/h, što daje ukupnu potrošnju, relevantnu za proračun, od 33,6 m³/h. Vodeći računa da brzina strujanja u deonici ne pređe 8 m/s i da pad pritiska u svakoj od deonica ne bude veći od 2,4 mbar, (radi se o niskopritisnim cevovodima), urađeno je dimenzionisanje unutrašnje gasne instalacije.

Na osnovu izrađenog tehničkog rešenja unutrašnja gasna instalacija je podeljena na 15 deonica čiji su prečnici DN50, DN32, DN25, DN20 i DN 15.

Tabela 2. Usvojeni prečnici za pojedine deonice

Deonica	\dot{V} (m ³ /h)	DN
AB	33,6	50
BC	12,6	25
CD	8,4	20
DE	4,2	15
DL	4,2	15
CM	4,2	15
BF	21	32
FG	8,4	20
GH	4,2	15
GN	4,2	15
FI	12,6	25
IJ	8,4	20
JK	4,2	15
JO	4,2	15
IP	4,2	15

7. DIMOVODNA INSTALACIJA

Rekonstrukcija sistema grejanja hale je planirana u dve faze, pa će se samim tim i IC grejači postavljati u dve faze. U prvoj fazi je planirana instalacija 3 grejača, a u drugoj ostalih 5 grejača. Iz tog razloga su tehničkim rešenjem predviđene dve grane za odvod dimnih gasova.

Svaki od grejača proizvodi 90 m³/h produkata sagorevanja, što predstavlja osnovni podatak za izradu tehničkog rešenja dimovodne instalacije.

U tabeli 3 prikazani su usvojeni prečnici za pojedine deonice dimovodne instalacije.

Tabela 3. Usvojeni prečnici dimovodne instalacije

Deonica	\dot{V}_{PS} (m ³ /s)	Nazivni prečnik	D (mm)	v (m/s)
PRVA GRANA				
1-2	450	Ø150	0,15	7,08
2-3	150	Ø150	0,15	2,36
3-4	90	Ø100	0,1	3,18
2-5	90	Ø100	0,1	3,18
2-6	90	Ø100	0,1	3,18
3-7	90	Ø100	0,1	3,18
3-8	90	Ø100	0,1	3,18

DRUGA GRANA				
9-10	270	Ø150	0,15	4,25
10-11	180	Ø100	0,1	6,37
11-12	90	Ø100	0,1	3,18
10-14	90	Ø100	0,1	3,18
11-13	90	Ø100	0,1	3,18

Brzina strujanja u svakoj pojedinačnoj deonici ne sme biti veća od 8 m/s što je zadovoljeno u svim deonicama.

8. ZAKLJUČAK

Usled rekonstrukcije sistema grejanja Hale sportova u Trsteniku bilo je potrebno predložiti tehničko rešenje unutrašnje gasne instalacije. Za potrebe rešavanja ovog problema, u sklopu ovog rada, bilo je neophodno predložiti tehničko rešenje za merno-regulacionu stanicu i tehničko rešenje za sistem infracrvenog (IC) grejanja koji unutrašnja gasna instalacija treba snabdeti gasom.

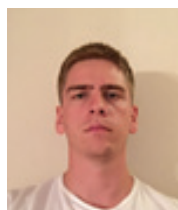
Predložen sistem IC grejanja sastoji se od 8 IC grejača, 6 dvocevnih i 2 jednocevna. Instalacija ovog sistema grejanja daje mogućnost fleksibilnog rada Hale u zimskom periodu uz najniže troškove.

Mogućnost paljenja svakog grejača pojedinačno omogućilo je selektivno grejanje hale i rad samo onih grejača ispod kojih ima aktivnosti. Za razliku od prethodno instalisanog sistema grejanja (radijatorski sistem), kod sistema IC grejanja svakom grejaču je potrebno samo 15 minuta da postigne maksimalnu snagu. Na taj način je dobijeno da se sistem pokreće neposredno pre korišćenja prostora, a ne nekoliko sati pre korišćenja kao što je to bilo ranije.

9. LITERATURA

- [1] PRAVILNIK O ENERGETSKOJ EFIKASNOSTI ZGRADA, Službeni glasnik RS, br. 61/2011, od 19.8.2011. godine
- [2] Heizung von Räumen durch Gas – Heizstrahler, DVGW G679/1976
- [3] Proračun gubitaka toplote za prostorije, SRPS EN 12831:2012
- [4] UNUTRAŠNJE GASNE INSTALACIJE – određivanje prečnika cevi, Službeni list SRJ, br. 33/92, od 1992. godine

Kratka biografija:



Branimir Stevanović rođen je u Kraljevu 1991. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstva – Gasna tehnika odbranio je 2014. god.

UTICAJ USTRUJNIH USLOVA NA TAČNOST MERENJA PROTOKA VAZDUHA KOLENOM**THE EFFECT OF UPSTREAM RESISTANCE ON THE ACCURACY OF AN ELBOW FLOW METER**Aleksandar Popović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – Predmet istraživanja u radu bio je uticaj ustrujnih uslova na tačnost merenja protoka vazduha kolenom. Cilj ovog rada je da se utvrdi uticaj dužine ravne deonice cevi ispred mernog kolena, pri kojoj je tačnost merenja protoka vazduhom na zadovoljavajućem nivou. Istraživanje je urađeno primenom računarske dinamike fluida. Parcijalne diferencijalne jednačine su diskretizovane metodom konačnih zapremina, a proctor poliedarskom mrežom, dok je model turbulencije bio standardni $k-\epsilon$ model. Za merno koleno savijeno pod uglom od 90° varirane su različite dužine pravih deonica ispred mernog kolena ($0,5D$, D , $2D$, $5D$ i $10D$), kao i broj i položaj kolena ispred ravne deonice. Za potrebe analize urađeno je poređenje koeficijentata mernog kolena koje ustrujno nema otpore i mernih kolena koje ustrujno imaju otpore. Poređenje je urađeno za brzine strujanja vazduha na ulazu u koleno: $0,5$ m/s, 1 m/s, 2 m/s, 5 m/s, 10 m/s, 15 m/s, 20 m/s, 25 m/s i za prečnike kolena: 150 mm, 200 mm, 250 mm i 300 mm. Utvrđeno je da na minimalnu ravnu dužinu cevi sa ustrujne strane, neophodnu da merenje protoka vazduha bude dovoljno tačno, utiču: broj i položaj ustrujnih otpora i režim strujanja vazduha. Minimalna ravna deonica sa ustrujne strane kolena pri merenju protoka vazduha trebalo bi da iznosi barem $l=10D$.

Abstract – The subject of the research in this paper is the effect of upstream conditions on the accuracy of an elbow flow meter. The aim of this paper is to find the minimum length of a straight pipe where the accuracy of the flow meter is still at a satisfactory level using computational fluid dynamics – CFD. Partial differential equations are discretized by the finite volume, and space by polyhedral mesh, while the model of turbulence was the standard $k-\epsilon$ model. Different lengths of straight sections were used ($0,5D$, D , $2D$, $5D$ and $10D$), as well as the number and position of flow resistances in front of the flowmeter. For a final analysis of numerical simulations a bend coefficient C_k was used. The simulations were done for different positions of upstream resistances. Comparison is done for air velocity at the inlet of the elbow: $0,5$ m/s, 1 m/s, 2 m/s, 5 m/s, 10 m/s, 15 m/s, 20 m/s, 25 m/s and elbow diameters: 150 mm, 200 mm, 250 mm, 300 mm. It was determined that the minimal length of a straight pipe in front of the elbow flow meter while the accuracy was sufficiently high is $l=10D$.

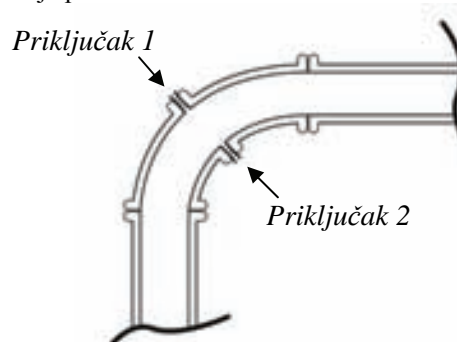
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Siniša Bikić.

Ključne reči: merenje protoka, merno koleno, CFD, $k-\epsilon$ model turbulencije

1. UVOD

Indirektno merenje protoka na osnovu direktnog merenja razlike pritiska je najčešće korišćena tehnika merenja protoka zahvaljujući svojoj jednostavnosti, pouzdanosti, ponovljivosti i maloj ceni. Najčešće korišćena merila ove grupe merila protoka su: merne blende, Venturi cevi, ASME mlaznice, Pitove cevi, kolena i klinovi. Princip rada ove grupe merila protoka zasnovan je na merenju razlike pritiska izazvanog elementom koji je postavljen u fluidnu struju i pruža joj otpor. Protok fluida određuje se na osnovu merenja razlike pritiska, koristeći podatke vezane za strujanje fluida i uslove u kojima je postavljen element koji pruža otpor strujanju. Koleno može da se koristi za merenje protoka fluida i upravo pripada ovoj grupi merila. Prilikom strujanja fluida kroz koleno usled centrifugalne sile na unutrašnjem i spoljašnjem delu krivine kolena javlja se razlika pritiska. Na osnovu direktnog merenja nastale razlike pritiska indirektno se određuje protok fluida kroz koleno.



Slika 1.1 Merenje protoka kolenom

Cilj rada bio je da se analizira uticaj ustrujnih otpora na tačnost merenja protoka vazduha kolenom. Varirane su različite dužine pravih deonica, kao i broj i položaj kolena ispred mernog kolena. Ideja je da se vidi kolika je minimalna, prava deonica potrebna ispred mernog kolena da bi merenje protoka vazduha bilo dovoljno tačno. Za analizu je korišćen matematički model mernog kolena, gde je uticaj ustrujnih uslova sagledan kroz koeficijent mernog kolena. Zavisnost koeficijenta kolena C_k od razlike pritiska Δp se određuje pomoću sledeće formule:

$$C_k = \frac{2}{v^2} \left(\frac{p_o - p_i}{\rho} - g(z_o - z_i) \right) \quad (1)$$

gde su:

v – brzina strujanja vazduha na ulazu u koleno [m/s] i

z_0, z_i – geodetska visina tačaka u kojima se na unutrašnjem i spoljašnjem prečniku krivine meri pritisak [m].

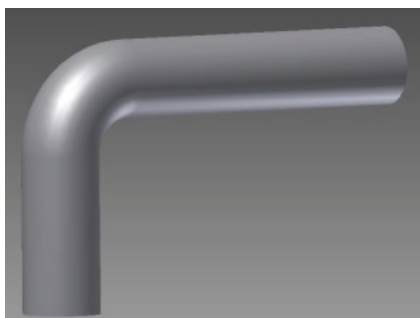
Jednačina (1) je modifikovana Bernulijeva jednačina koja obuhvata razliku pritiska uvođenjem koeficijenta kolena C_k čija vrednost varira od 1,1 do 3,2 u zavisnosti od geometrije kolena.

Koeficijent mernog kolena je veličina koja u matematičkom modelu povezuje razliku pritiska nastalu na mernom kolenu i protok fluida kroz merno koleno, pa je na taj način pokazatelj osetljivosti, a indirektno i tačnosti merenja protoka kolenom.

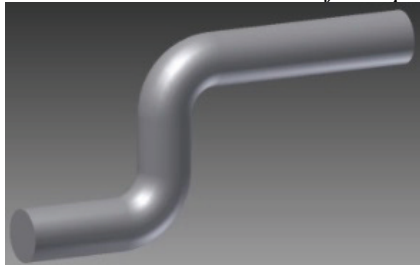
2. PLAN ISTRAŽIVANJA

U okviru rada, simulirano je strujanje vazduha kroz kolena sa različitim dužinama pravih deonica ispred kolena ($0,5D$; D ; $2D$; $5D$ i $10D$), kao i različitim brojem i položajem kolena ispred prave deonice:

- merno koleno bez ustrujnih otpora (slika 2.1);
- jedno koleno ispred ustrujne prave deonice mernog kolena u istoj ravni (slika 2.2);
- dva kolena ispred ustrujne prave deonice mernog kolena u istoj ravni (slika 2.3) i
- dva kolena ispred ustrujne prave deonice mernog kolena u međusobno normalnim ravnima (slika 2.4).
-



Slika 2.1 Merno koleno bez ustrujnih otpora



Slika 2.2 Jedno koleno ispred mernog kolena u istoj ravni



Slika 2.3 Dva kolena ispred mernog kolena u istoj ravni



Slika 2.4 Dva kolena ispred mernog kolena u međusobno normalnim ravnima

Numeričke simulacije su urađene za opseg unutrašnjih prečnika mernog kolena: 150 mm, 200 mm, 250 mm i 300 mm i opseg brzina strujanja: 0,5, 1, 2, 5, 10, 15, 20 i 25 m/s. Razmatran je vazduh na temperaturi od 15 °C i atmosferskom pritisku od 101325 Pa.

Za sve gore navedene situacije (dužine pravih deonica, broj i položaj lokalnih otpora) na osnovu rezultata numeričkih simulacija iz jednačine (1) određene su vrednosti koeficijenta kolena C_k .

U cilju analize uticaja ustrujnih uslova na tačnost merenja protoka vazduha kolenom poređene su vrednosti koeficijenta protoka mernih kolena koji ispred prave deonice imaju lokalne otpore (slike 4.2, 4.3 i 4.4) i mernog kolena koje ispred prave deonice nema lokalni otpor (slika 4.1).

3. PODEŠAVANJE NUMERIČKE SIMULACIJE

Numeričke simulacije su urađene u programskom paketu Star CCM+. CAD model nacrtan u grafičkom editor programskog paketa Star CCM+ je prebačen u geometrijski deo, a zatim je geometrijski deo proglašen regionom. Izabrani su odgovarajući fizički modeli kako bi se formirao fizički kontinuum.

Parcijalne diferencijalne jednačine su diskretizovane metodom konačnih zapremina, a prostor poliedarskom mrežom, gde je granični sloj rešen prizmatičnim slojevima, čime je formiran mrežni kontinuum (slika 3.1). Prosečan broj ćelija mrežnog kontinuma bio je oko 30000, dok je prosečna veličina ćelije bila $d = 0,01$ m. Veličina ćelije d , dobijena je pomoću analize osetljivosti numeričke simulacije na promenu veličine ćelije.

Kao model turbulencije uspešno je korišćen standardni $k-\varepsilon$ model turbulencije. Model turbulencije $k-\varepsilon$ je model gde se u dve dodatne transportne jednačine pravi bilans kinetičke energije turbulencije k i njenog stepena disipacije ε . Ovaj model turbulencije pokazao se kao neodgovarajući u slučajevima strujnih polja sa velikim gradijentima fizičkih veličina.

Ukoliko problem koji se rešava sadrži polje sa velikim gradijentima fizičkih veličina, tada treba da se izbegne primena $k-\varepsilon$ modela turbulencije. Različiti oblici $k-\varepsilon$ modela koriste se više decenija, i postali su široko korišćeni za industrijske primene.



Slika 3.1 Scena sa generisanim mrežnim kontinuumom

Za određivanje razlike pritiska postavljeni su tačkasti senzori pritiska na unutrašnjem i spoljašnjem delu krivine mernog kolena (slika 3.2).



Slika 3.2 Položaj senzora pritiska na mernom kolenu

Dva osnovna kriterijuma konvergencije korišćena su za zaustavljanje iterativnog postupka kada rezultat postane dovoljno tačan: relativni ostaci pri rešavanju jednačina bilansa ($<0,001$) i vrednost fizičke veličine od interesa ($<1\%$ između dve poslednje iteracije).

U praksi se pokazalo da za svaku simulaciju nije bilo potrebno više od 200 iteracija da rešenje konvergira ka konstantnoj (približno tačnoj) vrednosti.

4. REZULTATI I DISKUSIJA

U tabelama 1, 2 i 3 prikazana su relativna odstupanja prosečnih (osrednjenih za ceo opseg razmatranih brzina strujanja vazduha) vrednosti koeficijenta kolena C_k za tri slučaja kada se ispred prave deonice nalaze lokalni otpori (slika 4.2, 4.3 i 4.4) u odnosu na slučaj kada se ispred prave deonice kolena ne nalaze lokalni otpori (slika 4.1).

Tabela 1. Jedno koleno ispred ustrojne prave deonice mernog kolena u istoj ravni

$\varepsilon_{sr}[\%]$	D [mm]			
	150	200	250	300
0,5D	27,1	22,7	21,7	55,7
D	16,9	8,9	10,2	32,6
2D	19,7	2,1	4,7	22,6
5D	14,1	8,1	9	11,5
10D	10,8	6,3	8	11,3

Tabela 2. Dva kolena ispred ustrojne prave deonice mernog kolena u istoj ravni

$\varepsilon_{sr}[\%]$	D [mm]			
	150	200	250	300
0,5D	13,6	16,5	7,9	35,7
D	16,1	0,6	11,9	32,8
2D	5,2	2,3	10,3	5,94
5D	9,3	1,6	4,1	3,5
10D	0,9	5,3	8,13	9,4

Tabela 3. Dva kolena ispred ustrojne prave deonice mernog kolena u međusobno normalnim ravnima

$\varepsilon_{sr}[\%]$	D [mm]			
	150	200	250	300
0,5D	29	22,9	22,2	52,1
D	22,3	17,7	13,7	42
2D	13,1	10,3	2,7	25,3
5D	11,1	9,4	7,6	4,5
10D	8,6	5,76	6	15,47

5. ZAKLJUČAK

Rezultati za sve analizirane slučajeve ukazuju da relativno odstupanje koeficijenata protoka C_k kolena sa ustrojnim otporima u odnosu na koleno bez ustrojnih otpora opada sa povećanjem dužine prave deonice ispred mernih kolena.

Radi se o očekivanoj tendenciji usled činjenice da struja dobija više prostora i vremena da se smiri pre skretanja u koleno sa sensorima, što znatno povećava tačnost merenja protoka.

Analizom rezultata može se zaključiti da pored dužine prave deonice i režim strujanja utiče na procentulano odstupanje koeficijenata protoka (prikazan uticaj promene prečnika kolena).

Može da se uoči da u zavisnosti od režima strujanja pri dužinama pravih deonica od 5D do 10D procentualno odstupanje koeficijenata protoka ide ispod 10%. Zaključuje se da je sa ustrojne strane kolena za merenje protoka vazduha potrebna prava deonica dužine bar 10D.

6. LITERATURA

- [1] Blazek, J. (2015), Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications (Third Edition) ISBN 978-0-08-099995-1
- [2] CD-Adapco (2009), Star-CCM+ Training.
- [3] CD-Adapco (2013), User Guide STAR-CCM+ Version 8.02.
- [4] Isaacs W.P. (1964), Measurement of slurry flow by use of 90° elbow meter. Fritz Laboratory Reports. Paper 199.

- [5] Jasak, H. (1996), Error Analysis and Estimation for the Finite Volume Method with Applications to Fluid Flows, Doctoral dissertation.
- [6] Lansford, W. (1936), The use of an elbow in a pipeline for determining the rate of flow in the pipe. University of Illinois, Engineering Experiment Station, Bulletin No. 289.
- [7] Malinowski L. and Rup K. (2008), Measurement of the fluid flow rate with use of an elbow with oval cross section. Flow Measurement and Instrumentation 19 (2008) 358-363.
- [8] Mazumder Q. (2012), CFD Analysis of the Effect of Elbow Radius on Pressure Drop in Multiphase Flow. Modelling and Simulation in Engineering Volume 2012, Article ID 125405.
- [9] Muftah A. (2014), 3D Fluid Flow in an Elbow Meter-CFD Model. Sirte University Scientific Journal Vol. 4, No. 1, June 2014.
- [10] Rup K. and Malinowski L. (2006), Fluid flow identification on base of the pressure difference measured on the secant of a pipe elbow. Forsch Ingenieurwes (2006) 70: 199–206

Kratka biografija:



Aleksandar Popović rođen je u Karlovcu 1989. god. Školske 2008/2009. upisao se na Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek Mašinstvo, smer Energetika i procesna tehnika. Školske 2015/2016. upisao je master akademske studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, smer Naftna i gasna tehnika.

KREIRANJE MODELA DISTRIBUTIVNE MREŽE ZA DMS PRORAČUNE**CREATION OF DISTRIBUTION NETWORK MODEL FOR DMS CALCULATIONS**Nemanja Šešlija, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Ovaj rad ukratko opisuje kreiranje modela jedne distributivne mreže nad kojim će se izvršavati DMS proračuni. Prikazani su svi karakteristični koraci u procesu kreiranja modela počevši od prikupljanja podataka, preko kreiranja osnovnog dela mreže, importovanja podataka iz GIS-a, pa do iscrtavanja prikaza mreže i definisanja relejne zaštite. Objasnjena je prednost ovog, kombinovanog, pristupa problemu kreiranja modela u odnosu na import ili ručni unos cele mreže..

Abstract – This paper briefly describes creation of distribution network model which will be used for DMS calculations. It shows all the characteristic steps in network model creation process starting with data acquisition, over creation of basic network and importing data from GIS until displays drawing and definition of relay protection. Advantage of this, combined, approach to network model creation problem, compared to manual creation or import of entire network is explained.

Ključne reči: model distributivne mreže, distributivni menadžment sistem, pametne mreže, relejna zaštita, izvori podataka, geografski informacioni sistem.

1. UVOD

Elektroenergetski sistem se sastoji od podsistema proizvodnje, prenosa, distribucije i potrošnje. Energija, proizvedena u podsystemu proizvodnje, se transportuje preko podsistema prenosa do podsistema distribucije odakle se isporučuje podsystemu potrošnje tj. potrošačima.

Osnovna karakteristika elektroprivrede u svetu na početku dvadeset prvog veka je proces restrukturiranja i deregulacije, privatizacije nekih njenih delova i utvrđivanje slobodnog tržišta električne energije. Restrukturiranje se najpre vidi u dezintegraciji jedinstvenog, vertikalno integrisanog državnog elektroprivrednog preduzeća u veći broj manjih, ekonomski nezavisnih privrednih subjekata. Karakteristična su četiri tipa novonastalih preduzeća [1]:

Proizvodnja, sastoji se od jednog ili više nezavisnih proizvodnih preduzeća koje mogu biti bilo u privatnom bilo u državnom vlasništvu.

Prenos, uglavnom koncentrisan u jednom preduzeću, obično pod državnom upravom.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je dr Duško Bekut, red.prof.

Distribucija, sastavljena obično od jednog ili više regionalnih distributivnih preduzeća koja mogu biti u državnom ili privatnom vlasništvu.

Isporuka i prodaja električne energije, koja može biti u odvojenom preduzeću ili pridružena distribuciji, gde vlasnička struktura takođe može biti i privatna i državna.

Svi novonastali privredni subjekti, nastali kroz proces restrukturiranja elektroprivrede, počinju da vode svoje poslovanje na ekonomskim principima, težeći da ostvare što veći prihod, uz minimalne rashode i time svojim vlasnicima ili akcionarima obezbede maksimalan profit. Takav trend nameće potrebu za korišćenjem sofisticiranih alata za tehničko upravljanje poslovima u sva četiri novonastala dela elektroprivrede.

Dok su se EMS (*Energy Management System*) sistemi već ustalili u preduzećima koja upravljaju prenosnom mrežom, sofisticirani sistemi za upravljanje distributivnom mrežom su bili zapostavljeni do početka restrukturiranja elektroprivrede. Razlozi za to se mogu naći u nedostatku motivacije za primenu takvih sistema u uslovima monopola integrisanog elektroprivrednog preduzeća na proizvodnju, prenos, distribuciju i isporuku električne energije. Pored toga, distributivna mreža se odlikovala višestruko većim dimenzijama, a opet procentualno višestruko manjom pokrivenošću naprednijom opremom, daljinski kontrolisanim i nadgledanim elementima mreže. Međutim, procesom restrukturiranja elektroprivrede, samostalna distributivna preduzeća, češće u privatnom ali neretko i u državnom vlasništvu, upuštajući se u tržišnu utakmicu, uviđaju da ulaganjem u DMS sisteme mogu ostvariti značajne uštede u upravljanju mrežom i time uvećati profit kompanije [2].

Osnovu DMS sistema čini DMS Softver čiju osnovu čine DMS proračuni koji mogu služiti za unapređenje poslova nadzora, analize, optimizacije pogona ili planiranja razvoja mreže. Osnovni preduslov za mogućnost izvršavanja kvalitetnih DMS proračuna je postojanje što preciznijeg modela distributivne mreže. Tema ovog rada je upravo kreiranje tog preciznog modela koristeći podatke kojima raspolaže distributivno preduzeće ili koji su javno dostupni.

U drugoj glavi je objašnjeno, šta je to model distributivne mreže, od čega se on sastoji, koja je njegova svrha i koji su to funkcionalni zahtevi na koje on treba da odgovori. U trećoj glavi su prikazani izvori podataka koji se koriste. Četvrta glava opisuje sam proces kreiranja modela mreže dok je u petoj glavi zaključak.

2. MODEL DISTRIBUTIVNE MREŽE

Postojanje modela mreže je osnovni uslov za izvršavanje svih DMS funkcija. On mora da sadrži sve neophodne podatke o topologiji mreže, kao i sve numeričke parametre potrebne za proračune DMS funkcija.

Svi fizički entiteti od kojih se sastoji distributivna mreža se mogu podeliti na energetske objekte i na elemente distributivne mreže koji su povezani preko polja. Ekvivalentna normalizovana šema svedena na jedan naponski nivo je generisana iz svih entiteta distributivne mreže. Nad njom se izvršavaju svi matematički proračuni DMS funkcija.

Ona se sastoji od grana i čvorova, kao i od relacija koje definišu vezu između elemenata ekvivalentne šeme i realnih elemenata, objekata i polja u distributivnoj mreži.

Model distributivne mreže treba da odgovori na sledeće funkcionalne zahteve:

- Modelovanje jednofazne, dvofazne i trofazne električne mreže.
- Jednofazna i trofazna reprezentacija trofazne distributivne mreže.
- Modelovanje uravnoteženih i neuravnoteženih elemenata distributivne mreže.
- Modelovanje mreže sa više naponskih nivoa.
- Analiza topologije i generisanje grafika radialne i upetljane distributivne mreže na osnovu statusa rasklopne opreme.
- Dodavanje privremenih elemenata kao što su prekidi energetskog voda, prevezivanje i uzemljavanje elementa, dodavanje mobilnog generatora ili mobilne transformatorske stanice.
- Simulacija izgradnje novih energetskih objekata kao što su transformatorske stanice ili dodavanja elemenata kao što su kondenzatorske baterije ili prigušnice u svrhu analize i planiranja.

Model mreže takođe obezbeđuje ažuriranje šeme posle promena uzrokovanih dodavanjem, uklanjanjem ili modifikacijom energetskih objekata, kao i ažuriranje nastalo promenom topološke strukture mreže nastalo promenom statusa rasklopnog uređaja ili promenom pozicije teretnog menjača energetskog transformatora.

3. IZVORI PODATAKA

Podaci koji se koriste za kreiranje modela mreže jednog distributivnog preduzeća mogu poticati iz najrazličitijih izvora. Oni mogu biti proizvođački tehnički podaci opreme ili elemenata mreže, tehnička dokumentacija izvođača radova na izgradnji ili rekonstrukciji elektroenergetskog objekta, dokumenti o ispitivanju elemenata ili opreme, te podaci iz drugih informacionih sistema i baza tehničkih podataka. Postoje sledeći izvori:

Geografski informacioni sistem ili skraćeno GIS je kompjuterski informacioni sistem koji prikuplja, skladišti, analizira i prikazuje prostorne entitete i njihove atribute za rešavanje kompleksnih istraživačkih, projektantskih i problema upravljanja [3]. Njegova široka upotreba vrednost ga je učinila rasprostranjenim alatom u državnom i privatnom sektoru. Našao je svoju primenu u

oblastima: katastra nepokretnosti, komunalnih kompanija koje pružaju usluge infrastrukture, lokalnoj samoupravi, vojsci, istraživačkim projektima, finansijskim organizacijama iz oblasti osiguranja, trgovini itd.

GIS se sastoji od kompjuterskog hardvera, aplikativnog softvera i odgovarajućeg organizacionog sadržaja – podataka, koji je od najvećeg interesa za kreiranje modela distributivne mreže. On integriše prostorne i neprostorne informacije u jedinstven model. Kako preduzeća za distribuciju električne energije učestalo koriste geografske informacione sisteme, dolazi se do toga da se GIS baza podataka nameće kao idealan izvor podataka za kreiranje modela distributivne mreže. Time se postiže smanjenje troškova pri kreiranju modela mreže i unos i održavanje određenog skupa podataka na jednom mestu (engl. *Single point of entry*).

Podaci o potrošnji u mreži. Od presudne važnosti za dispečersko upravljanje je raspolaganje sa što vernijom slikom aktuelnog pogona srednjenaponskih distributivnih mreža. Za razliku od estimacije stanja prenosnih mreža, u slučaju standardnih srednjenaponskih distributivnih mreža, čak i onih koje su opremljene SCADA sistemima, raspolaže se tek s desetak procenata podataka potrebnih za jednoznačan proračun aktuelnih režima. Zato su se u poslednjih petnaestak godina razvili algoritmi za estimaciju stanja u distributivnoj mreži. Međutim i ti algoritmi zahtevaju veliki broj podataka u realnom vremenu koji je u distributivnim mrežama često neostvariv. Iz tog razloga je došlo do primene postupka kalibracije potrošnje, pod kojom se podrazumeva procena vrednosti aktivne i reaktivne snage odnosno modula struje i faktora snage svih potrošača u distributivnoj mreži. Te procene predstavljaju jednu vrstu kvazi merenja čijim korišćenjem se dobija dovoljna količina podataka za postupak estimacije stanja distributivne mreže. Ona se vrši na osnovu dnevnih hronoloških dijagrama opterećenja karakterističnih potrošača. Postoje dva modela opisivanja karakterističnog potrošača [4]:

- Dijagramima modula struje i faktora snage.
- Dijagramima aktivne i reaktivne snage.

Ovi dijagrami se formiraju na osnovu merenja na pojedinačnim potrošačima ili na grupi sličnih. Pod pojmom slični potrošač podrazumevaju se potrošači čije se funkcije dnevnih hronoloških dijagrama opterećenja (struje, aktivne i reaktivne snage) mogu dobiti na osnovu odgovarajućih dijagrama bilo kog od tih potrošača, pomnoženih sa odgovarajućom konstantom koja predstavlja kvantitativni pokazatelj veličine potrošača. Pri tom, hronološki dijagrami faktora snage sličnih potrošača međusobno su jednaki. Pojedinačna merenja se vrše u TS SN/NN, a merenja grupe sličnih potrošača u izvodnim poljima TS SN/NN i SN1/SN2, sa kojih se napajaju TS SN/NN sa sličnim potrošačima. Iz prethodno rečenog izvodi se zaključak da je preduslov za kvalitetan proračun estimacije stanja trenutnog pogona distributivne mreže je postojanje što kvalitetnijih:

- Normalizovanih dnevnih hronoloških dijagrama za svaku definisanu karakterističnu sezonu i svaki karakterističan dan.
- Kvantitativnih pokazatelja veličine potrošača koji mogu biti instalirane snage, očitavanja maksigrafa ili protoka energije SN/NN transformatora.

Jednopolne šeme elektroenergetskih objekata pružaju najkvalitetniji uvid u topologiju transformatorske stanice ili razvodnog postrojenja kao elektroenergetskog objekta i skupa elemenata i uređaja koji su međusobno povezani. Na njima je, na pojednostavljen način, jednom fazom, prikazana međusobna povezanost i tip za svaki element glavnog trofaznog elektroenergetskog kola unutar tog objekta. One su obično kreiraju kompanije odgovorne za izgradnju ili rekonstrukciju elektroenergetskog objekta.

Pored ovih, postoje i jednopolne šeme koje potiču iz SCADA sistema. Na njima je topologija objekta predstavljena maksimalno uprošćeno i akcentat je stavljen na prikaz i praćenje podataka koji su promenjivi u realnom vremenu, takozvanih dinamičkih podataka.

Podaci za kreiranje relejne zaštite. Da bi elektroenergetski sistem mogao da funkcioniše potrebno je obezbediti zaštitu svakog njegovog elementa (generatora, voda, transformatora itd.), a takođe i pojedinih celina u okviru elektroenergetskog sistema od kvarova i opasnih pogonskih stanja. Upravo zaštita celokupnog elektroenergetskog sistema od kvarova se ostvaruje relejnom zaštitom. Ona predstavlja skup uređaja i postupaka kojima se štiti elektroenergetski sistem [6].

Osnovni element relejne zaštite je relej. To je uređaj koji služi za detekciju nenormalnih pogonskih stanja uređaja i delova elektroenergetskog sistema i inicijalizaciju odgovarajućih upravljačkih akcija za obezbeđenje normalnog pogona. Nenormalno pogonsko stanje može biti:

- Stanje sa kvarom.
- Opasno pogonsko stanje.

Pomenuta stanja predstavljaju stanja u kojima parametri koji opisuju režim (napon, struja, frekvencija, trajanje nekog režima, itd.) izlaze iz okvira stanja predviđenih projektima i konstrukcijom elektroenergetskog sistema. Pri tome se može smatrati da opasno pogonsko stanje predstavlja lakši vid odstupanja od normalnog pogonskog stanja. U stanju kvara odstupanja od normalnog pogonskog stanja su toliko velika da se element mora što pre isključiti, dok kod opasnog pogonskog stanja ta odstupanja nisu toliko velika, tako da se pogon može još neko vreme nastaviti, uz, naravno, povećan rizik od pojave stanja sa kvarom. Opasno pogonsko stanje se po pravilu signalizira pogonskom osoblju, pa tek zatim, ukoliko se ne preduzme odgovarajuća akcija sledi automatsko isključenje [6]. Osnovni cilj primene relejne zaštite je najbrže moguće isključenje elementa i/ili dela elektroenergetskog sistema sa kvarom uz očuvanje funkcionalnosti ostalog dela sistema.

Da bi se relejna zaštita elektroenergetskog sistema i relej kao njen osnovni deo modelovali u DMS sistemu, potrebno se obezbediti neophodne podatke potrebne za kreiranje kataloga releja i podatke za podešavanje releja. Obično se podaci za kreiranje kataloga releja mogu pronaći u tehničkoj dokumentaciji proizvođača a podešenja releja se nalaze u ispitnim listovima zaštite

Tehnički podaci o elementima elektroenergetskog sistema. Zbog velikog broja vrsta i tipova elemenata u distributivnoj mreži, najbolji način za organizovanje tih podataka je u tabelama. Jedna od opcija je da kompanija,

isporučilac DMS Softvera, obezbedi šablonski dokument koji će klijentsko distributivno preduzeće popuniti svojim podacima koji definišu elemente njegove distributivne mreže. Taj dokument kasnije služi kao izvor podataka za kreiranje kataloga elemenata.

Tehnički podaci proizvođača opreme. Kada klijent ne raspolaže svim potrebnim podacima o nekom elementu sistema, moguće je te podatke pribaviti koristeći tehničku dokumentaciju proizvođača koja je javno dostupna. To mogu biti brošure, tehničke specifikacije, korisnička uputstva i sl.

4. KREIRANJE MODELA DISTRIBUTIVNE MREŽE

Kada su prikupljeni svi potrebni podaci pristupa se kreiranju modela distributivne mreže. Naravno, u najvećem broju slučajeva, neki zahtevani podaci će nedostajati te će se umesto njih koristiti podrazumevane vrednosti, dok će sa druge strane neke vrednosti biti pogrešne. Sve ove greške će se ispravljati tokom nekog od karakterističnih procesa kreiranja modela.

Kreiranje osnovnog dela mreže čine četiri koraka.

Prvi korak je definisanje osnovnih podataka o mreži koji predstavljaju opšte karakteristike distributivne mreže koji se odnose na nju kao celinu. Ti podaci nisu ili su slabo promenjivi te se kao takvi popune na početku modelovanja distributivne mreže. Pod osnovnim podacima se podrazumevaju naponski nivoi, konfiguracija mreže, karakteristične sezone i dani itd.

Drugi korak je definisanje tipičnih podataka o elementima distributivne mreže koji su zajednički za mnoštvo elemenata u mreži a koje se dobijaju merenjima, klasifikacijama, statističkim obradama itd. To su normalizovane krive trajanja opterećenja, tipični potrošači, tipične krive osigurača i releja, tipična pouzdanost elementa i verovatnoća pojave kvara.

Treći korak je unos kataloških podataka. Oni su karakteristični za elemente istog tipa koji se masovno koriste i kod kojih se mogu jasno definisati zajednički skupovi atributa koji opisuju sve elemente tog tipa u distributivnoj mreži. Oni se sastoje od dva podskupa podataka. Prvi utiču na rezultate proračuna DMS funkcija i još se nazivaju „električni“ podaci. Ostatak čine podaci koji ne utiču na rezultate proračuna ali su iz nekog razloga značajni za distributivno preduzeće. To mogu biti razni knjigovodstveni ili tehnički podaci.

Kreiranje osnovnog dela mreže se završava unosom visokonaponskih objekata koji predstavljaju obično napojne VN/SN transformatorske stanice. Ovaj proces se odvija u editoru VN objekata tako što se iscrtaju svi potrebni elementi i povežu odgovarajućim poljima u skladu sa stvarnom topologijom koja je prikazana na jednopolnim šemama. Nakon toga svaki element i komad opreme se definiše dodeljivanjem odgovarajućeg kataloškog tipa. Da bi se VN obekat kompletirao potrebno je uneti elemente koji služe za prikazivanje podataka pristiglih sa SCADA sistema. To su merenja i generički elementi.

Unos osnovnog dela mreže se završava unosom poslednjeg VN objekta i posle toga je šema spremna za importovanje srednjenaponskog dela mreže.

Kreiranje ostatka mreže importom podataka iz GIS-a.

Kada je doneta odluka da se unos srednjenaponskih izvoda obavi importovanjem iz GIS sistema potrebno je analizirati strukturu podataka u njemu i uporediti je sa strukturom podataka u DMS sistemu. Cilj ovog procesa da se prepoznaju svi podaci u GIS sistemu koji će biti iskorišćeni i utvrde se odnosi između GIS i DMS atributa. Time se postiže dogovor o formatu u koji će se izvoziti podaci iz GIS-a i iz koga će se podaci uvesti u DMS. Obično je to xml format i obično jedan xml dokument nosi informacije neophodne za kreiranje jednog srednjenaponskog izvoda.

Definisanje relejne zaštite. Da bi se omogućilo korišćenje funkcije relejne zaštite potrebno je ispravno definisati releje i relejnu zaštitu u transformatorskim stanicama. Taj proces se takođe odvija u aplikaciji za kreiranje modela distributivne mreže i to u editoru VN objekata. Osnovni preduslov za otpočinjanje definisanja relejne zaštite je da su prikupljeni podaci i definisani katalozi releja. Pod definisanjem relejne zaštite jedne transformatorske stanice se podrazumeva dodavanje kutija zaštite u svako polje sa prekidačem za koje postoje podaci o relejima. Da bi se dodala kutija zaštite u nju je potrebno dodati releje, dodeliti im kataloge, odrediti faznost i ispravno ih povezati na merne transformatore i prekidače. Kad su dodate sve kutije zaštite, potrebno je podesiti svaki relej u skladu sa njegovim stvarnim podešenjima. Za ispravno podešavanje releja, u odgovarajuće polje se unosi podešenje kontrolisane veličine, vremensko zatezanje releja i bira se njegoa karakteristika.

Kreiranje logičkog prikaza mreže je poslednji korak prilikom kreiranja modela distributivne mreže. Logički prikaz se, za razliku od geografskog koji je nastao importom objekata iz GIS sistema zajedno sa njihovim geografskim koordinatama i prostornim rasporedom, kreira ručno iscertavanjem objekata iz liste neucrtanih. Njegova osnovna funkcija je da obezbedi što bolju preglednost međusobne povezanosti objekata, uklopnog stanja, pripadnosti objekta srednjenaponskim izvodima ili oblasti napajanja određene napojne transformatorske stanice ili možda neki drugi klijentski zahtev. Ovakav prikaz omogućava operatorima da se skрати vreme za identifikovanje problema, da se skрати vreme za donošenje odluke i poveća verovatnoću donošenja ispravne odluke. Geografski prikaz ne može odgovoriti ovim zahtevima zbog nepreglednosti koja je uzrokovana preklapanjem vodova ili neravnomernim grupisanjem objekata u zavisnosti od gustine potrošnje u distributivnoj mreži.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljen je jedan način kreiranja modela distributivne mreže. U pitanju kombinovanje ručnog unosa modela korišćenjem aplikacije za unos i automatskog importa dela podataka iz postojeće GIS

baze. Ovaj, kombinovani način, je izabran kao optimalan za kreiranje modela distributivnih mreža velikih dimenzija od preko pet hiljada SN/NN transformatorskih stanica. Nastao je kao odgovor na potrebe za uštedom i činjenice da kreiranje modela velikih distributivnih mreža zahteva značajna materijalna sredstva u vidu dugoročnog angažovanja visokoobrazovane radne snage. Ovako se trošak ručnog unosa SN mreže, koji je proporcionalan njenoj dimenziji, menja sa troškom razvoja importera i importovanja mreže, koji ne zavise od njenih dimenzija. Time se, uvećanjem mreže koja se modeluje, uvećava i ušteda koja se na ovaj način ostvaruje.

U slučaju mreža malih i srednjih dimenzija, troškovi razvoja importera i importovanja mreže prevazilaze troškove ručnog unosa SN mreže i takav pristup je neisplativ.

Import kompletne distributivne mreže (uključujući i VN objekte) se u najvećem broju slučajeva ni ne razmatra iz više razloga. Sa jedne strane troškovi razvoja importera su veliki, a sa druge kvalitet i dostupnost mnogih podataka u GIS bazama nisu na zadovoljavajućem nivou za takav pristup pri kreiranju modela.

6. LITERATURA

- [1] L. Philipson, H. L. Willis, Understanding Electric Utilities and De-Regulation. USA: New York, Marcel Dekker Inc., 1999.
- [2] Predrag Vidović: Proračun nesimetričnih tokova snaga distributivnih mreža, Magistarska teza, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 2008.
- [3] Verka Jovanović, Branislav Đurđev, Zoran Srdić, Uglješa Stankov: Geografski informacioni sistemi, Univerzitet Singidunum, Beograd, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2012.
- [4] Slađana Gavrić: Formiranje dnevnih hronoloških dijagrama opterećenja karakterističnih potrošača za potrebe estimacije stanja, Diplomski rad, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 1999.
- [5] Dragan Popović, Duško Bekut, Valentina Treskanica: Specijalizovani DMS algoritmi, DMS Group Novi Sad, 2004.
- [6] Duško Bekut: Relejna zaštita, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, 1996.

Kratka biografija:



Nemanja Šešlija rođen je u Zrenjaninu 1979. godine. Osnovnu školu i gimnaziju pohađao u Bečeju. Maturirao je 1998. godine. Od 2007. godine zaposlen u kompaniji DMS Grupa. Od osnivanja 2008. godine zaposlen u kompaniji Televent DMS koja 2012. postaje Schneider-electric DMS NS.

IP VIDEO NADZOR**IP VIDEO SURVEILLANCE**Snežana Pejčić, Željens Trpovski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu prikazana je evolucija sistema IP video nadzora. Opisani su elementi koji ga čine i objašnjeno je kako se slika obrađuje, prenosi i skladišti. Dat je način upravljanja tim sistemom, njegove prednosti i područja primene.

Abstract – In this project, ip video surveillance system's evolution is shown. System parts, processing algorithms, signal transmission and recording are described. The explanation how to handle the system is also given, its advantages and fields of usage.

Ključne reči: Kamera, Video, Slika, Nadzor

1. UVOD

Elektronski sistem za nadgledanje i snimanje situacija na nekom prostoru predstavlja video nadzor. Osnovna funkcija video nadzora jeste pružanje informacija o bezbednosnom statusu zaštićenog objekta na osnovu kojih korisnik može da organizuje odgovarajuće mere zaštite.

2. EVOLUCIJA SISTEMA VIDEO NADZORA

Sistemi video nadzora evoluirali su od 100% analognih do potpuno digitalnih sistema. Između potpuno analognih i apsolutno digitalnih sistema postojalo je nekoliko rešenja.

2.1. Analogni CCTV sistemi koji koriste VCR (videocassette recorder) se sastoje od analognih kamera sa koaksijalnim izlazom povezanih na VCR snimanje. Jedna traka može da snimi maksimalno osam časova. U većim sistemima quad-ovi ili multiplekseri se mogu povezati između kamera i VCR-a (slika 1).



Slika 1. Blok šema analognog CCTV koji koristi VCR

2.2. Analogni CCTV sistemi koji koriste DVR (digital video recorder) su analogni sistemi sa digitalnim snimanjem. U DVR-u se umesto video trake nalaze hard diskovi za snimanje videa. Kod prvih DVR uređaja, prostor na hard disku je bio mali, pa je dužina snimanja bila ograničena ili su se koristile manje brzine (slika 2).



Slika 2. Blok šema analognog CCTV koji koriste DVR

NAPOMENA:

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

2.3. Analogni CCTV sistemi koji koriste mrežni DVR predstavljaju delimično digitalne sisteme sa mrežnim DVR uređajem koji ima Ethernet port za povezivanje na mrežu. Kada se video materijal digitalizuje i kompresuje u DVR-u, on se može prenositi preko računarske mreže da bi se mogao pratiti na PC-ju na udaljenoj lokaciji. Neki sistemi mogu pratiti i live i snimljeni video (slika 3).



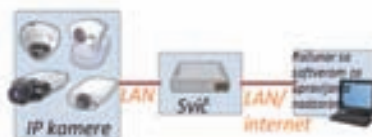
Slika 3. Blok šema analognog CCTV koji koristi mrežni DVR

2.4. Sistemi mrežnog videa koji koriste video servere u njima se analogna kamera povezuje na video server, koji digitalizuje i kompresuje video. Video server se onda povezuje na mrežu i prenosi video preko mrežnog sviča na PC, gde se video upisuje na hard disk (slika 4).



Slika 4. Blok šema sistema mrežnog videa koji koristi video server

2.5. Mrežni video sistemi koji koriste IP kamere IP kamera predstavlja kombinaciju kamere i računara spojene u jedan uređaj koji digitalizuje i kompresuje video a poseduje i povezivanje na mrežu. Video se prenosi na IP baziranu mrežu preko mrežnih sviča-eva i snima se na standardnom PC računaru koji poseduje softver za upravljanje videom (slika 5) [1].



Slika 5. Blok šema mrežnog video sistema koji koriste IP kamere

3. ELEMENTI SISTEMA VIDEO NADZORA

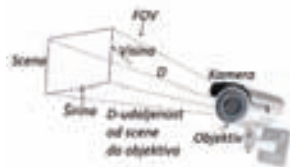
Slika 6. Mrežni video sistem [3]

3.1. IP kamere

IP ili mrežna kamera se može posmatrati kao kombinacija računara i kamere u jednom telu. Glavni elementi su objektiv, senzor slike, jedan ili više procesora i memorija radna i za lokalno skladištenje podataka.

Objektivi i njihove osobine

Vidno polje-FOV određuje koliki prostor scene biva pokriven kao i koliko ćemo detaljno videti objekte koji su od interesa na sceni (slika 7).



Slika 7. Prikaz ugla gledanja FOV kamere

FOV kamere je određen preko fokalne dužine objektiva i veličine senzora slike (slika 8).



Slika 8. Definicija fokalne dužine

F-broj određuje količinu svetla koja može da prođe kroz objektiv. F-broj se definiše kao odnos fokalne dužine i dijametra aperture ili iris. Apertura je otvorenost objektiva koji je fiksiran dok je iris otvorenost objektiva koja može da se menja. Vreme ekspozicije je vreme tokom koga je senzor slike izložen svetlu. Dubina polja se definiše kao rastojanje ispred i iza tačke fokusa na kome su svi objekti prihvatljive oštine [3].

Senzori slike

Senzor se sastoji od nizova fotodioda koji reaguju na svetlost tokom ekspozicije. Svaka od tih fotodioda predstavlja u stvari deo celokupne slike koji se naziva piksel. Putem foto električnog efekta svaka od fotodioda registruje određenu količinu svetlosti i pretvara je u određeni broj elektrona, tj. omogućuje pretvaranje svetlosti u električne signale.

Postoje dve tehnologije u proizvodnji senzora slike:

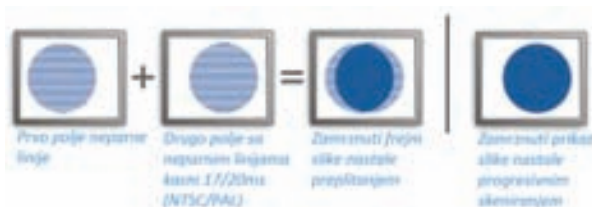
CCD - naelektrisanje dobijeno konverzijom fotona prosleđuje se na prenosni registar koji pretvara elektrone u napon i prosleđuje AD konvertoru. Ovi senzori su veoma osetljivi na male količine svetlosti i daju kvalitetnije slike.

CMOS - svaki fotoelement ima svoj konvertor elektrona u napon, a pored toga poseduje i dodatne elemente poput pojačavača signala i redukcije šuma. Na CMOS čipu se nalazi i AD konvertor gde se naelektrisanje proizvedeno na svakom pikselu pretvara u digitalni signal [3].

Danas postoje dve tehnike za kreiranje videa:

Skeniranje poluslike je tehnika slaganja linija koje generiše senzor slike. Senzor slike produkuje sliku koja se sastoji od polja sa parnim i neparnim linijama slike. Slika se šalje polje po polje, naizmenično se šalju parna i neparna polja i osvežavaju se 25 ili 30 puta u sekundi te tako stvaraju kompletnu sliku (slika 9) [3].

Progresivno skeniranje radi na način da se skenira čitava slika istovremeno i to se ponavlja 25 ili 30 puta u sekundi.

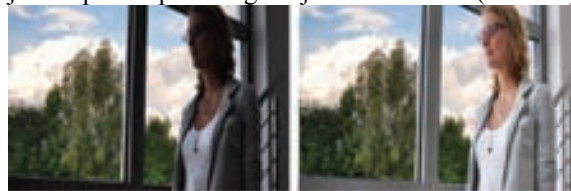


Slika 9. Levo slika nastala skeniranjem poluslike, desno slika nastala progresivnim skeniranjem

Obrada slike

IP kamere mogu da unaprede kvalitet slike obrađujući sliku. Glavne obrade koje vrši softver kamere su:

Kompensacija pozadinskog svetla (BLC) je način da kamera prikaže jasno objekat koji u pozadini ima jak svetlosni izvor. Svetlo u pozadini može da uzrokuje da objekti u prvom planu izgledaju suviše tamno (slika 10).



Slika 10. Prikaz slike bez i sa BLC

Zonska ekspozicija je mogućnost IP kamere da izabere deo slike tj. zonu na osnovu koje će izvršiti podešavanje ekspozicije senzora slike. Obično prednji plan slike nosi važnije informacije nego zadnji plan slike.

Široki dinamički opseg (WDR) je funkcija koja je ugrađena u IP kamere kako bi se obezbedio korektan prikaz scena sa velikim rasponom osvetljenja. Dinamički opseg kamere se definiše kao odnos između najsvetlije i najtamnije tačke na istoj slici (slika 11).



Slika 11. Slika bez i sa WDR

3.2. Video enkoder

On omogućava korisnicima da imaju prednosti savremenog IP video nadzora koristeći postojeću analognu opremu kamere i koaksijalne kablove. Video enkoder se povezuje na analognu kameru putem koaksijalnog kabla i konvertuje analogni video signal u digitalni video strim koji se prenosi preko žične ili bežične IP mreže. Video enkoder ima prednosti kao što su upravljanje događajima, inteligentne video funkcije i povećana sigurnost u sistemu. Najčešće korišteni tip enkodera je jednokanalni ili višekanalni. Multikanalni video enkoder je naročito koristan kad je potrebno preneti sliku sa nekoliko kamere na veće rastojanje. Video dekoderi vrše pretvaranje digitalnog signala koji je generisao video enkoder ili IP kamera u analogni signal pogodan za prikaz na analognom monitoru [2].

3.3. Uređaji za snimanje i memorisanje video zapisa

NVR - mrežni video snimač (network video recorder) je poseban uređaj koji dolazi sa već preinstaliranim interfejsima za mrežu i softverskim funkcijama za upravljanje video nadzorom, sa funkcijama snimanja, analize slike i pregleda snimaka. NVR snima video strimove koji su već kodovani u samim kamerama.

Skladišta podataka u sistemu video nadzora

Standardni PC računari mogu koristiti od dva do četiri hard diska koji imaju veličine od 500 GB do 3TB svaki. U manjim i srednjim instalacijama se softver za upravljanje instalira na računar na kome se vrši i snimanje videa. Operativni sistem sa softverom za upravljanje video nadzorom treba da je instaliran na jednom disku dok se snimanje vrši na drugi disk. Ako se radi o više od 12 kamera preporučuje se korišćenje dva hard diska a za sisteme od 40 i više kamera preporučuje se korišćenje još jednog servera. Kada zahtevi za količinom podataka koju treba čuvati prevaziđu ograničenja koja nameće korišćenje direktno povezanih skladišta podataka koristi se:

NAS mrežno skladište (Network Attached Storage) predstavlja pojedinačni mrežni uređaj za skladištenje podataka koji je direktno povezan na mrežu sistema video nadzora.

SAN mreža za skladištenje (Storage Area Network) mreža specijalne namene za skladištenje podataka visokih performansi i brzine povezana sa serverima preko optičke mreže. Korisnici sistema mogu pristupati uređajima za skladištenje u SAN-u preko servera.

3.4. Upravljanje sistemima IP video nadzora

Jedan od najvažnijih aspekata sistema video nadzora jeste način upravljanja tim sistemom.

Hardverska platforma

Postoje dva izbora kod odabira hardverske platforme za IP video nadzor. Prvi sistem je baziran na PC računarima gde se upravljanje sistemom vrši preko jednog ili više PC računara na kojima je instaliran softver za upravljanje. Drugi sistem je poseban mrežni uređaj namenski proizveden za potrebe upravljanja sistemom video nadzora ili NVR sa već instaliranim softverom za upravljanje od strane proizvođača uređaja.

Softverska platforma

Postoje različite softverske platforme koje se koriste u sistemima upravljanja video nadzorom. One su realizovane kao web interfejsi u mrežnim video uređajima ili kao poseban softver za upravljanje koji je baziran na nekom najčešće windows operativnom sistemu ili je web interfejs. Windows serverski program za upravljanje instalira se na server na kome se vrši snimanje a onda se na ostale računare instalira klijentski deo softvera kako bi se pristupilo upravljanju sistemom.

Karakteristike sistema upravljanja

Praćenje slike kamera uživo Softverska aplikacija omogućava da više korisnika u isto vreme vrši nadzor nad kamerama šaljući im sliku u različitim modovima. Mnogi softveri sistema za upravljanje imaju i mogućnost prikaza zabeleženog snimka sa više kamera simultano što omogućava korisnicima pregled snimaka sa više kamera u isto vreme.

Snimanje videa sa kamera može biti manuelno kada ga operater u sistemu pokrene, kontinualno i automatsko na osnovu generisanog događaja u sistemu. Automatsko snimanje može da se obavlja u unapred definisanim intervalima.

Upravljanje događajima predstavlja upravljanje reakcijama sistema za video nadzor na određene "okidače" koji se u sistemu pojavljuju kao što su to detekcija pokreta u slici, fizičko ometanje kamere, zvuk,

promena temperature. Neke od mogućih akcija koje sistem preduzima kao odgovor na događaje su: snimanje videa, slanje slike ili video strima ka određenoj lokaciji u određenom kvalitetu, slanje e-maila kao notifikacije događaja, slanje SMS poruka, audio upozorenje itd.

Detekcija pokreta Na osnovu analize promena u nizu uzastopnih slika dolazi do detekcije određenog nivoa promene koja uzrokuje neki događaj u sistemu. Obično je moguće definisati nekoliko prozora u sceni koju kamera posmatra u kojima je bitno reagovati na pokrete. Inteligentna detekcija pokreta pravi razliku između kretanja objekata od interesa i objekata čije je kretanje uzrokovano prirodnim kretanjem (slika 12).



Slika 12. Poređenje konvencionalne i inteligentne detekcije pokreta

3.5. Oprema koja se koristi u mreži – mrežni elementi su sastavni deo svake mreže optimizujući njene performanse i omogućavajući maksimalno korišćenje njenih resursa. Najkorišćeniji mrežni uređaji su:

Repetitor (repeater) u prevodu s engleskog jezika znači pojačivač, njegova glavna namena je pojačanje signala. Repetitori pojačavaju ceo signal uključujući i šum.

Hab (hub) je uređaj čija je uloga uspostavljanje komunikacije između dva uređaja unutar mreže. Kao obično čvorište, sve što stigne od podataka na jedan od njegovih konektora on prosledi svima (samo pojačano i očišćeno od šumova).

Mrežni most (bridge) je mrežni uređaj koji omogućava da se mreža podeli na više segmenata a da se pri tome optimizuje komunikacija tako da se lokalna komunikacija na svakom segmentu zadržava na njemu a ostali segmenti mreže se ne opterećuju viškom komunikacije.

Svič (Network Switch) je uređaj koji upravlja protokom podataka između delova lokalne mreže. Usmeravanjem podataka jedino prema uređaju kojem su namenjeni dobija se efikasnije korišćenje propusnosti i smanjenje interferencija između podataka koji se šalju mrežom.

Ruter ili mrežni usmerivač (Router) je računarski uređaj koji služi za povezivanje računarskih mreža međusobno različitih protokola i arhitektura. Ima funkciju da za svaki paket podataka odredi putanju-rutu kojom treba taj paket da ide i da taj isti paket prosledi sledećem uređaju u nizu.

Mrežni prolaz (Gateway) je hardverski uređaj čija uloga je prilagođavanje električnog signala jednog protokola u električni signal drugog protokla. To je mesto na mreži koje služi kao ulaz na drugu mrežu.

Server je računarski sistem koji pruža usluge drugim računarskim sistemima-klijentima.

Mrežni kablovi su jedan od najvažnijih činioaca u procesu umrežavanja i odgovorni su za prenos električnog ili svetlosnog impulsa od predajnika do prijemnika.

4. KOMPRESIJA I STANDARDI KOMPRESIJE VIDEO SIGNALA

Cilj video kompresije jeste redukcija i uklanjanje redundantnih podataka iz videa kako bi se digitalni podaci o slici što efikasnije prenosili putem mreže a bez značajnog gubitka u kvalitetu slike.

Postoje dva vida kompresije:

Kompresija slike koristi uvodni frejm tj. intrafrejm tehnologiju kodovanja, gde su iz frejma slike uklonjene sve nepotrebne informacije neprimetne za ljudsko oko.

Video kompresija koristi tehnike kodovanja razlika gde se frejm poredi sa referentnim frejmom i samo se pikseli koji se razlikuju koduju.

Kompenzacija pokreta u blokovima je tehnika koja koristi činjenicu da dva uzastopna frejma imaju sličnosti koje se nalaze na određenim različitim delovima slike. Frejm se deli u seriju makroblokova i onda se blokovi u frejmovima porede blok po blok kako bi se otkrili isti blokovi kao u referentnom frejmu i prenele njihove pozicije u vektor pokreta.

Najčešće korišćeni standardi u IP video nadzoru su:

Motion JPEG (M-JPEG) kompresijski algoritam "fotografiše" svaku scenu, te od tako stvorenih fotografija stvara kontinualni tok slika (video). Takav način kodovanja predstavlja malo opterećenje za procesor, ali predstavlja veliko opterećenje za mrežne i skladištene resurse (slika 13).



Slika 13. M-JPEG

MPEG-4 poredi dve komprimovane slike koje se prenose preko mreže. Prva komprimovana slika se koristi kao referentna, a od sledećih slika šalju se samo delovi koji se od referentne slike razlikuju. MPEG-4 algoritam malo više opterećuje procesor ali ne zahteva velike mrežne i skladištene resurse (slika 14).



Slika 14. MPEG-4

H.264 je najjednostavnije rečeno, malo naprednija verzija MPEG-4 algoritma. Princip rada mu je identičan, ali sadrži bolje kompresijske algoritme i time više od dvostruko opterećuje procesor, ali su zahtevi za mrežnim i skladištenim resursima svedeni na duplo manje.

5. REZOLUCIJA

Rezolucija je mera primetnih detalja koji se mogu videti na slici. Analogna slika sastoji se od horizontalnih TV linija, dok se digitalna TV slika sastoji od piksela.

NTSC (National Television System Committee) ima rezoluciju od 480 linija i koristi osvežavanje od 30 slika u sekundi.

PAL (Phase Alternating Line) ima rezoluciju od 576 linija i frekvenciju osvežavanja od 25 slika u sekundi.

MPEG nastale su od NTSC i PAL rezolucija, a iznose: 704x576 piksela (4CIF PAL), 704x480 piksela (4CIF NTSC), 720x576 piksela (PAL D1) i 720x480 piksela (NTSC D1).

VGA (Video graphics array) je grafički video sistem za korišćenje u PC računarima i rezolucija slike je 640x480 piksela.

Megapikselsna rezolucija omogućava fleksibilno menjanje odnosa širine i visine slike tzv. aspekt slike. Ovakve kamere su naročito pogodne za identifikaciju objekata i ljudi ili za snimanje veće površine na sceni.

HDTV ima pet puta veću rezoluciju slike nego analogni TV. HDTV ima bolji prikaz boja i aspekt slika 16:9 [3].

6. ZVUK U SISTEMU IP VIDEO NADZORA

Zvuk u IP video nadzoru povećava mogućnost sistema da izvrši detekciju i pravilno interpretira događaje na sceni i omogućava dvosmernu audio komunikaciju. Analogni audio signal mora biti konvertovan u digitalni audio signal kroz procese odabiranja i kompresije kako bi se efikasno prenosio i skladištio. Frekvencije odabiranja koje se koriste u sistemima IP video nadzora su 16, 32 i 48 KHz. U IP kamerama se najčešće audio bitska brzina bira u opsegu od 32 kbit/s do 64 kbit/s. Jedna od bitnih karakteristika je i sinhronizacija videa i zvuka.

7. PREDNOSTI IP VIDEO NADZORA

Digitalni mrežni sistemi za video nadzor imaju brojne prednosti i napredne funkcije koje nisu dostupne u sistemima analognog video nadzora i to su: pristup sa udaljenih lokacija, visok kvalitet slike, upravljanje događajima i inteligentna analiza slike, laka integracija sistema, skalabilnost i fleksibilnost, odnos cene i efikasnosti sistema, primena POE napajanja i pouzdan i jednostavan za upravljanje.

8. PODRUČJA PRIMENE VIDEO NADZORA

Mrežni video ima vrlo široko područje primene, najveći deo tih primena spada u: sigurnosni nadzor i daljinski monitoring. Glavna područja uspešne primene video nadzora su: saobraćaj, institucije koje posluju sa velikom količinom novca, državne institucije i javne površine, maloprodaja, proizvodnja i u javnim institucijama.

9. ZAKLJUČAK

Analogni sistemi video nadzora datiraju još iz 1942. godine i doživeli su značajan razvoj i mnogo promena. Međutim, ni kao takvi ne odgovaraju današnjem standardu tehnologije, automatizacije i načinu života, pa se zamenjuju još naprednijim uređajima.

10. LITERATURA

- [1] <http://www.axis.com/rs/en/learning/web-articles/technical-guide-to-network-video/what-is-a-video-encoder>, pristupljeno jul 2016. godine
- [2] http://www.axis.com/products/video/about_networkvideo/evolution.htm, pristupljeno jul 2016. godine
- [3] Anthony C. Caputo, Digital Video Surveillance and Security, Published by Elsevier Inc, Burlington 2010

Kratka biografija:



Snežana Pejčić rođena je u Novom Sadu 1976. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – odbranila je 2016. god.

**CQRS – IMPLEMENTACIJA APLIKACIJE ZA PRODAJU NA INTERNETU
KORIŠĆENJEM COMMAND QUERY RESPONSIBILITY SEPARATION ŠABLONA****CQRS – IMPLEMENTATION OF THE APPLICATION FOR ONLINE SALE
USING COMMAND QUERY RESPONSIBILITY SEPARATION PATTERN**

Luka Vučković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Živimo u doba sve bržeg tehnološkog razvoja uz eksponencijalno povećanje broja tehnologija u sferi informacionih sistema. One bi trebale da nam olakšaju život kod planiranja, dizajna i arhitekture modernih aplikacija. U isto vreme sve veći broj aplikacija i informacionih sistema koje su u upotrebi već neko vreme, su zasnovani na starijim tehnologijama koje održavanje ovakvih sistema u velikoj meri otežavaju. U toku višegodišnjeg rada na produkcionim sistemima nekoliko standardnih problema se pojavljuju. Nedostatak dokumentacije, glomaznost i inertnost sistema, teškoće uvođenja promena, velika količina bitnih i nebitnih podataka. Ovo su samo neki problemi koji uzrokuju česte pojave greški i otežavaju uvođenje novih ideja i tehnologija u proizvodni proces. CQRS šablon, arhitektura mikroservisa kao i Event Sourcing princip pokušavaju da otklone ove nedostatke.

Abstract – We live in the age of fast growing technological development, with numbers of different IT technologies growing exponentially. These technologies should make our planning, design and architectural decisions easier. At the same time, ever-growing number of application and systems which are in exploitation are based on outdated technologies. This makes maintenance of such systems problematic. During my work on production systems for many years, some of the patterns begin to emerge. Lack of documentation, slowing down and high inertia to change, huge amount of data, both essential and not essential. These are just a tip of the iceberg when it comes to the challenges that a programmer faces when he or she wants to bring some change to the architecture of the system. CQRS pattern, micro services architecture, event sourcing try to remove some of the obstacles in this process.

Ključne reči: CQRS, mikro servisi, event sourcing, service discovery, arhitektura

1. UVOD

Živimo u doba sve bržeg tehnološkog razvoja uz eksponencijalno povećanje broja tehnologija u sferi informacionih sistema. Trebalo bi da nam one olakšaju život kod planiranja, dizajna i arhitekture modernih aplikacija. U isto vreme sve veći broj aplikacija i informacionih sistema koje su u upotrebi već neko vreme, su zasnovani na starijim tehnologijama koje održavanje ovakvih sistema u velikoj meri otežavaju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Gordana Milosavljević, red.prof.

Biti u toku sa najnovijim okvirima (framework) i šablonima (pattern)-ima dizajna (šablonima) enterprise aplikacija znači i napraviti razliku između ideja koje će nestati vrlo brzo kao i onih koje ćemo moći koristiti dugi niz godina kao i u budućnosti lako unapređivati.

U toku višegodišnjeg rada na produkcionim sistemima nekoliko standardnih problema se pojavljuju.

Sistemi koji su u upotrebi u toku niza godina postaju sve glomazniji i teški za održavanje. Dokumentacija se gubi i vrlo lako biva nevažna. Sve ovo izmene i nadogradnju ovakvih sistema čini teškim, sporim, skupim. Potencijalni problemi koji mogu biti uneseni izmenama često čine da se od izmena u startu odustane. Kao jedna od potencijalnih odgovora na ove probleme, poslednjih godina, pojavljuje se arhitektura sistema zasnovana na Mikroservisima i pratećim tehnologijama.

Modeli ovakvih sistema postaju sve veći, puni bitnih i nebitnih podataka, što pretrage i unutrašnje funkcionsanje aplikacija i sistema čini sporim. Jedan od načina da se ovo prevaziđe je i nadogradnja hardware-a, ali je ovo princip koji je skup i ne donosi rezultate kakve želimo. Kao logičan pratilac mikroservisa pojavljuje se i razdvajanje modela podataka i odgovornosti. Razdvajanje vršimo na model podataka koji je bitan za unutrašnji rad aplikacija i sistema od modela podataka kojim se opslužuju spoljni sistemi. Ovde nam u pomoć priskače i jedan od šablona razdvajanja ovih odgovornosti CQRS – Command and Query Responsibility Separation.

U svetlu sve veće popularnosti i praktičnosti Cloud arhitekture, postavlja se pitanje i potreba prelaska na ovaj vid rada. Kako bi mogli upotrebiti Cloud platformu jedno od pitanja je i kako povezati mikroservise. Tradicionalni pristup hardcoded-ovanim baziran na fiksnim lokacijama gubi smisao kada uzmemo u obzir da su instance servisa i servera u cloud-u virtualni i promenljivi (ip adresa). Kao jedno od logičnih rešenja nameće se Service Discovery princip.

2. CQRS – Command Query Responsibility Segregation

Prvi put se pojavljuje kao šablon (pattern) u radovima Grega Janga (Greg Young) i Udi Dahan. Njihova ideja nije nova, već je iskorišćen postojeći pattern CQS - Command Query Separation koji je definisao Bertrand Meyer (Bertrand Meyer) u svojoj knjizi "Object Oriented Software Construction". Glavna ideja iza CQS šablona je da metoda treba ili da menja stanje objekta ili da vraća rezultat, ali ne obe ove stvari u isto vreme. Drugim rečima, metode ne treba da imaju bočnih efekata. Ako metoda vraća rezultat, taj rezultat ne sme biti promenjen

akcijama same metode. Ovim dolazimo do podele metoda na dve opšte grupe: Komande i Upite (Commands and Queries). Komande menjaju stanje objekata dok upiti vraćaju rezultat i ne menjaju stanje objekata ili sistema.

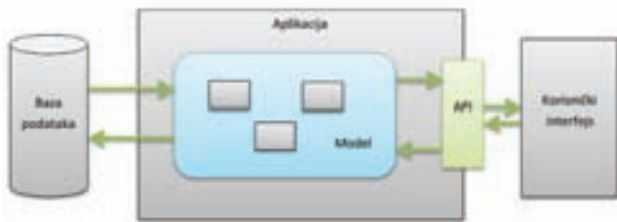
Kod realnih sistema i klasa ovo razdvajanje je lako uočljivo. Ukoliko metoda deklariše povratnu vrednost, ona treba da pripada query grupi, dok metode koje vraćaju tip void pripadaju command-ama. Naravno, ovo je banalizovana disjunkcija ali, čak i kod manjih aplikacija, može pokazati prednosti i mane u načinu modelovanja sistema na ovaj način.

2.1. Tradicionalni i CQRS princip arhitekture

U velikom broju slučajeva rad sa informacionim sistemima se svodi na manipulaciju podacima (CRUD) gde se određeni podaci iz domena funkcionisanja sistema kreiraju (Create), čitaju (Read), menjaju – ažuriraju (Update) i brišu (Delete). Obično se za arhitekturu ovakvih sistema koristi jedan model podataka.

Transformacijom ulaznih podatka pripremamo podatke za arhiviranje u formatu koji je najpogodniji za rad našeg sistema. Pošto se podaci koji su neophodni za rad informacionog sistema i podaci koje različiti klijenti našeg informacionog sistema zahtevaju u opštem slučaju ne podudaraju, ovo iziskuje da model podataka proširujemo podacima koje ti klijenti zahtevaju a nisu usko povezani sa radom našeg informacionog sistema.

Ovim dovodimo u pitanje brzinu pretrage velike količine podataka, koje nisu esencijalne za sam rad sistema. Na slici 1 data je arhitektura tradicionalnog informacionog sistema.



Slika 1 – Arhitektura tradicionalnog Informacionog sistema

Iza CQRS pattern-a stoji ideja da je moguće da u nekim situacijama, koristimo drugačije modele za čuvanje podataka od onih za čitanje (ilustracija ove arhitekture data na slici 2). Ovim bismo dobili sistem koji radi samo sa podacima koji su od važnosti za unutrašnje funkcionisanje sistema, dok bi se podaci koji su neophodni klijentima informacionog sistema čuvali u drugim modelima, krojenim po meri klijenta.



Slika 2 – Arhitektura jedne implementacije CQRS pattern-a

2.2. Event Sourcing

Ideja iza ovog termina je da se svaka promena stanja aplikacije čuva u objektima koji se nazivaju Event Objects. Ovi objekti se stavljaju u sekvencu događaja i kao takvi čuvaju u nekom sistemu za skladištenje podataka. Najčešće su to relacije SQL ili dokument baze podataka (No-SQL).

Ovaj princip ćemo objasniti kroz primer webshop aplikacije za prodaju mobilnih telefona i praćenjem naručenih proizvoda.

Naša webshop aplikacija prodaje mobilne telefone i dodatnu opremu koju dobavljamo iz Kine i distribuiramo svuda po svetu. Korisnik Pera Perić iz Novog Sada na online portalu kupuje telefon HTC One M9. Naš dobavljač iz Kine priprema paket i šalje ga Peri Periću u Novi Sad. Ovo možemo modelom da predstavimo na sledeći način kao na slici 3.



Slika 3 – Klasični način obrade slanja i primanja paketa

U gornjem slučaju, nakon primljene porudžbine i plaćanja, dobavljač iz Kine paket šalje Peri Periću u Novi Sad. Paket na svom putu iz Kine prolazi razne primopredajne tačke, ali u ovom modelu mi samo beležimo početnu i krajnju tačku. Za neke primene je ovo i dovoljno, ali ako vaš webshop nudi i uslugu praćenja paketa, onda nam ovaj mehanizam nije dovoljan.

Kao jedno od rešenja nameće se Event Sourcing (ili Event Driven Programming). Primenom ovog principa obrada podataka iz gornjeg primera se malo menja. Slika 4 ovo ilustruje.



Slika 4 – Event Sourcing na primeru webshop-a

2.3. Arhitektura Mikro Servisa

Pojam mikro servisa je teško precizno definisati. To je stil arhitekture aplikacije kojim aplikaciju delimo na male, samostalne, lako održive, servise jedne namene. Ovakav način rada se u softverskom svetu pojavio u poslednjih par godina i napravio pravu malu revoluciju u načinu na koji doživljavamo arhitekturu aplikacija. Može da se posmatra i kao pristup razvoju aplikacije kao skupa malih (mikro) servisa koji svaki vodi računa o svom procesu i komunicira sa spoljnjim svetom (npr. ostalim mikro-

servisima) uz pomoć mehanizama zasnovanih na HTTP protokolu (npr. REST - Representational state transfer). Ove servise modelujemo oko jedne funkcionalnosti iz domena problema (biznisa) i pravimo ih tako da mogu da imaju saopstveni životni tok (build, deploy, destroy) na potpuno automatizovan način (Slika 4.1.b). To nam omogućava da dizajniramo sisteme koji su:

- Visoko dostupni (High Availability), daje nam mogućnost bolje otpornosti na otkaze u slučaju da jedna komponenta mikro servisa nije dostupna zbog neke greške ili redovnog održavanja.
- Lako skalabilni (Load Balanced), daje nam mogućnost da u slučaju potrebe zbog opterećenosti dela sistema, skaliramo servise koji su direktno angažovani, samim tim dovodeći sistem u stanje koje može da opsluži tražene zahteve.
- Imaju velike performanse, daje nam mogućnost da odradimo neke zahtevne obrade podataka povećanjem broja servisa koji učestvuju u ovoj obradi, bez efekta na ceo sistem koji nastavlja da radi i opslužuje klijente kao da se ništa ne dešava.



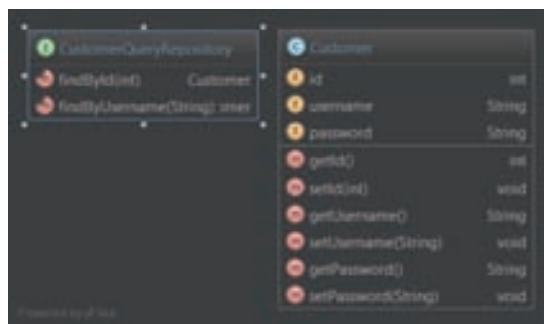
Slika 5 – Monolitna Arhitektura a) i Arhitektura Mikroservisa b)

2.4. Opis aplikacije za prodaju na internetu

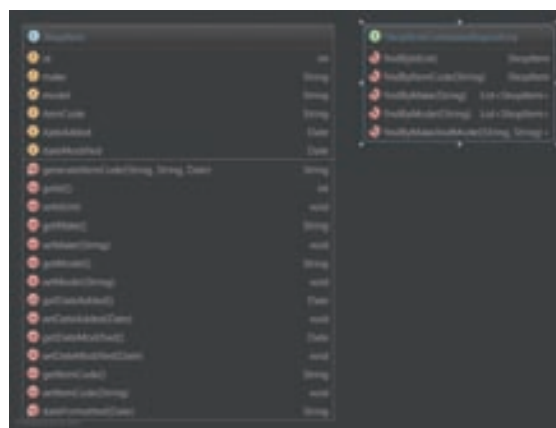
Za primer aplikacije koja primenjuje Command Query Responsibility Separation šablon i Event Sourcing principe odabrao sam servisni deo aplikacije za prodaju na internetu. Korisnici ove aplikacije su u mogućnosti da se prijave na sistem, pregledaju svoje prethodne kupovine, kao i da naprave novu kupovinu. Pregled ponude mobilnih telefona i srodnih uređaja i opreme je dostupan svima. U slučaju da je korisnik ulogovan, dobija ponudu potencijalnih uređaja koja je krojena po njegovoj istoriji kupovine.

Što se tiče mikroservisa i organizacije projekta, vođen idejama koje su preporučene u industriji softvera kao „best-practice“ odlučio sam se za više projekata koji poseduju višeslojnu arhitekturu. Da bih ilustrovao potrebe zadatka, identifikovao sam minimalni skup od tri servisa koja su prikazana na slici 6.

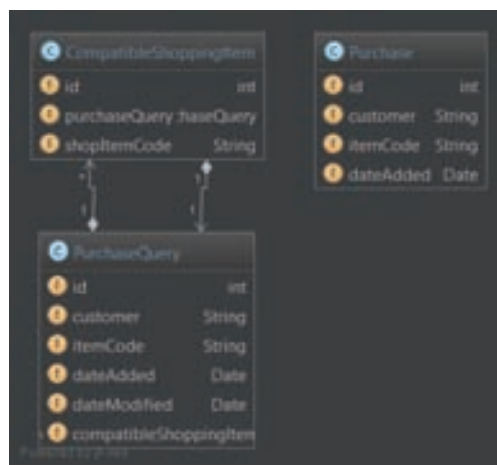
- Customer servis koji opisuje ponašanje kojim možemo manipulirati podacima o kupcima, ujedno i korisnicima našeg sistema. Domenske klase su date u nastavku na UML dijagramu 6.a.
- Shop item servis koji opisuje ponašanje kojim možemo manipulirati podacima o artiklima koje naša web prodavnica nudi u prodaji. Domenske klase su date u nastavku na UML dijagramu 6. b.
- Purchase servis koji opisuje ponašanje kojim možemo manipulirati podacima o izvršenim transakcijama. Domenske klase su date u nastavku na UML dijagramu 6.c.



Slika 6.a – Domenske klase Customer servisa



Slika 6.b – Domenske klase Shop item servisa

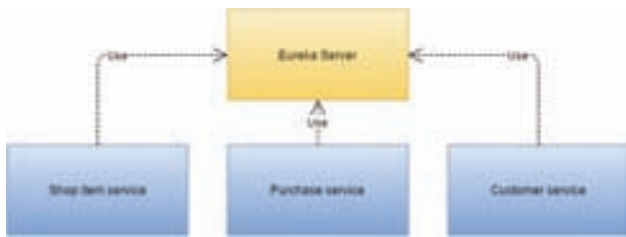


Slika 6.c – Domenske klase Purchase servisa

Kako bi se iskoristile sve prednosti mikroservis arhitekture, koristili smo Eureka-u, razvijen od strane Netflix-a, za Servis Discovery.

Ideja iza ovog principa jeste da se umesto povezivanja mikroservisa vrednostima koje su date u konfiguraciji u svim instancama, napravimo još jednu komponentu (Eureka server) koja nam služi kao katalog dostupnih servisa.

Svaki mikro servis koji napravimo ili objavimo ima u sebi adresu ovog servera. Prilikom podizanja mikroservisa obavi se prijavljivanje na Eureka server.



Slika 7 – Komponente sistema

Mikroservisi Customer i Shop item predstavljaju tipične proste servise koji nam omogućavaju CRUD (Create, Update, Delete) operacije nad objektima servisa. Principi koji su korišćeni u ovim servisima su klasična podela na MVC (Model, View, Controller) module.

Mikroservis Purchase je najkomplikovaniji u našoj aplikaciji i ovom prikazu jednog dela web-shop-a. Ovaj servis koristi metode API-a prethodna dva kako bi izvršavao osnovne funkcionalnosti čuvanja, brisanja i menjanja informacija o kupovinama naših mušterija. Svaka kupovina se snima u bazu podataka o kupovinama i pored ove informacije model je obogaćen dodatnim informacijama koje su generisane u toku rada našeg servisa. Ovo je servis koji implementira CQRS šablon kao i jedan vid event sourcing-a.

Sama arhitektura mikroservisa je zasnovana na principa MVC šablona koji su objašnjeni u prethodnoj oblasti. Model ovog servisa se malo razlikuje od prethodnih jer primenom CQRS šablona dolazimo do dva modela – osnovni, drugačije imenovan i kao komandni (Command) kao i sekundarni Query model, koji koristimo prilikom spoljnih pretraga. Komandni model koristi naš servis za interne potrebe. Kako bismo implementirali CQRS šablon i popunili oba modela u jednom koraku najčešće se koristi neka od implementacija Enterprise Integration Pattern-a. Na tržištu postoje mnoge implementacije koje su dokazane u praksi, kao što su Apache Camel i sl. Pošto je težište korišćenih tehnologija bilo zasnovano na Spring-u i za ove potrebe koristio sam Spring Integration.

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu analiziran je koncept CQRS šablona korišćenjem pratećih tehnologija i predstavljen je jedan laboratorijski projekat zasnovan na modelu WebShop aplikacije. U prethodnom delu dat je kratak opis CQRS šablona uz potencijalne oblasti primene. Takođe je pojašnjen termin Event Sourcing-a i potencijalne primene uz CQRS šablon. Dotakli smo se i arhitekture Mikroservisa uz poseban osvrt na prednosti i mane same arhitekture.

Na kraju je dat opis aplikacije zasnovan na primeru online prodavnice, uz kratak pregled slučajeva korišćenja gore opisanih tehnologija i šablona uz poseban osvrt na CQRS šablon, koji je implementiran putem Enterprise Integration šablona (implementiranim pomoću Spring integration-a).

4. LITERATURA

- [1] Martin Fowler Blog – www.martinfowler.com
- [2] Wikipedia online encyclopedia - www.wikipedia.com
- [3] Netflix Eureka techblog - <http://techblog.netflix.com/2012/09/eureka.html>
- [4] Spring Integration Reference Manual - <http://docs.spring.io/spring-integration/reference/html/>
- [5] Spring Boot Reference Manual - <http://docs.spring.io/spring-boot/docs/current/reference/html/>
- [6] Spring Integration in Action - <https://www.manning.com/books/spring-integration-in-action>
- [7] Enterprise Integration Patterns - <http://www.enterpriseintegrationpatterns.com/>
- [8] Greg Young on CQRS - <http://codebetter.com/gregyoung/2010/02/13/cqrs-and-event-sourcing/>
- [9] Udi Dahan on CQRS - <http://udidahan.com/2009/12/09/clarified-cqrs/>
- [10] Bertrand Meyer - Object-Oriented Software Construction - Prentice Hall – 1997 god.

Kratka biografija:



Luka Vučković rođen je u Kragujevcu 1980. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2016.god.

SDL TRIDION CMS U SLUŽBI E-OBRAZOVANJA
SDL TRIDION CMS IN SERVICE OF E-LEARNINGAtila Šoš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu ispitana je mogućnost upotrebe Tridion content management system-a za drugu fazu životnog ciklusa nastavnog procesa u elektronskoj nastavi - kreiranje i organizaciju nastavnih materijala. Predstavljene su rezultati i data njihova analiza kao i preporuke za pravce daljeg istraživanja.

Abstract – The subject of this paper is to assess the possibility of using Tridion content management system in the second phase of the life cycle of educational process in e-learning - creation and organization of educational material. This paper gives the analysis of the results and recommends the tracks for future investigations on this subject.

Ključne reči: e-obrazovanje, CMS, LMS

1. UVOD

Učenje predstavlja esencijalni i neizbežni deo svačijeg života. Bilo da se obavlja namerno i svesno kroz obrazovne institucije i kanale, bilo podsvesno kroz svakodnevna iskustva i aktivnosti, ono se dešava tokom čitavog ljudskog života. U dosadašnjim teorijskim i istraživačkim radovima učenje se definiše kao proces stalnog progresivnog i relativno specifičnog menjanja ličnosti sa svim njenim psihofizičkim potencijalima, što će reći da učenje prožima svaku aktivnost čoveka [1].

E-obrazovanje je deo nove dinamike koja karakteriše obrazovne sisteme 21. veka. Ono svakim danom postaje sve važniji deo raznih univerziteta i ostalih obrazovnih institucija, kao i raznih komercijalnih i nekomercijalnih organizacija kao uspešan, efikasan i isplativ vid daljeg usavršavanja ljudskih resursa. Kao i društvo, koncept e-učenja konstanto podleže promenama i nemoguće je smisliti jedinstvenu definiciju istog koja bi bila opšteprihvaćena u naučnim krugovima. Različita tumačenja e-učenja prouzrokovana su usko-specifičnim pogledima na tematiku i interesima [2]. Prema jednoj od definicija pod e-obrazovanjem se smatra svaka organizovana nastavna aktivnost koja se obavlja uz pomoć informaciono-komunikacionih tehnologija [3].

1.1. Životni ciklus nastavnog procesa u elektronskoj nastavi

Životni ciklus nastavnog procesa u elektronskoj nastavi je prikazan na slici 1.



Slika 1. Životni ciklus nastavnog procesa u elektronskoj nastavi

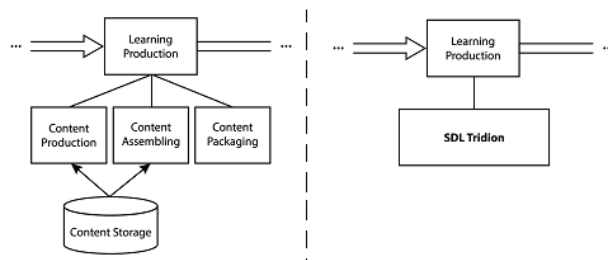
Životni ciklus je podeljen u četiri faze:

1. dizajn nastavnog procesa
2. kreiranje i organizacija nastavnih materijala
3. izvođenje nastave
4. procena nastave, odnosno napretka

Dizajn nastavnog procesa podrazumeva definisanje nastavnih ciljeva, učesnika u nastavi i željenih ishoda učenja. Druga faza se odnosi na kreiranje nastavnog materijala i organizovanje materijala u formu pogodnu za učenje, distribuciju i korišćenje. Treća faza predstavlja samo izvođenje nastave u kojoj učesnici u nastavi obavljaju nastavne aktivnosti. Ova faza takođe uključuje i komunikaciju i saradnju među učesnicima. Zbog svojih specifičnosti, kao posebna faza u izvođenju nastave izdvojena je evaluacija učeničkog znanja [3].

Cilj ovog rada je da se ispita mogućnost upotrebe Tridion content management system-a za drugu fazu životnog ciklusa - kreiranje i organizaciju nastavnih materijala, kao i predstavljanje dobijenih rezultata, njihova analiza, kao i davanje preporuke u kom smeru dalje nastaviti istraživanja. Sistem je prikazan na slici 2.

Izbor Tridion-a kao platforme za drugu fazu je donešena zbog njegovih veoma moćnih i raznovrsnih mogućnosti, kao i zbog velikog broja zanimljivih specifičnosti.



Slika 2. Izgled sistema

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Milan Segedinac, docent

2. CONTENT MANAGEMENT, CONTENT MANAGEMENT SYSTEM I LEARNING MANAGEMENT SYSTEM

U kontekstu content management-a (CM), kontent (sadržaj) nije parče informacije, već skup povezanih informacija sklopljenih tako da formiraju kohezivnu celinu. Zbog eksponencijalnog rasta ukupne količine (svima) raspoloživih informacija, pronalaženje traženih informacija predstavlja nezanemarljiv utrošak resursa kako za pojedinca, tako i za organizacije. Iz tog razloga, sadržaj, kao i njegovo upravljanje sve više postaje glavni oslonac u svakoj organizaciji, kao i u svakoj interakciji koja se dešava u bilo kom delu spektra organizacionih aktivnosti [4]. Da bi se organizacije lakše izborile sa gorenavedenim problemima stvoreni su content management sistemi (CMS) krajem 1990-ih godina.

CMS je softverski sistem koji korisnicima omogućava centralizovano kreiranje, izmenu, praćenje i publikovanje sadržaja u raznim formatima, dok novije verzije korisnike istovremeno i primoravaju da poštuju centralizovan skup pravila i radnih procesa, na taj način obezbeđujući koherentan i validiran elektronski sadržaj.

U kontekstu CMS-ova, publikovanje znači da se sadržaj učini dostupnim za (spoljašne) korisnike. Rani primeri CMS-ova su služila za upravljanje dokumentima i lokalnim fajlovima, dok u sadašnje vreme oni služe (skoro) isključivo za rad sa web sadržajem.

Learning management system-i (LMS) su softverski sistemi čija je primarna namena izvođenje elektronske nastave. Podržavaju, između ostalog i skladištenje nastavnih kurseva i ostalih resursa zbog čega se mogu posmatrati kao prošireni CMS-ovi. Neki od ostalih funkcionalnosti LMS-ova su:

- organizacija, administracija, izvođenje i praćenje on-line nastave
- arhiviranje resursa
- podrška za kolaboraciju učesnika kurseva
- sistem za ocenjivanje i organizaciju provere znanja
- podrška za virtuelne učionice

3. SDL TRIDION

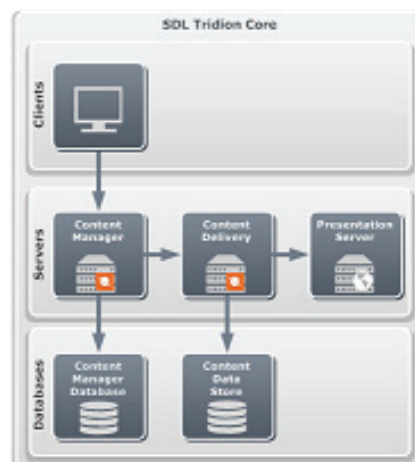
Tridion je enterprise-level veb (web) CMS čiji je razvoj počeo u Holandiji, a ubrzo nakon predstavljanja je kupljen od strane kompanije SDL sa sedištem u Ujedinjenom Kraljevstvu. Prva verzija je izdata 1996. godine pod nazivom "Release 1", dok je aktuelna verzija "Web 8" puštena u upotrebu 2015. godine.

Koriste je uglavnom velike, globalne organizacije kojima je potreban real-time upravljački alat koji može da opsluži velike količine podataka i aktivnosti, i da isporuči sadržaj u različitim jezicima i oblicima. Tridion omogućuje svojim korisnicima da upravljaju sadržajem i globalnim veb-sajtovima, brendiranjem, ciljanim marketingom i prodajom, omogućuje praćenje korisnika i obezbeđuje podršku za "višekanalnu" isporuku sadržaja.

Za potrebe ovog rada korišćen je Tridion verzije "2013 SPI HRI".

3.1. Arhitektura Tridion CMS-a

Jezgro sistema čine dva velika podsistema, Content Manager (u daljem tekstu CM podsistem) i Content Delivery (u daljem tekstu CD podsistem), baze podataka koje ovi podsistemi koriste, kao i klijenti za upravljanje CMS-om. Izgled Tridion jezgra je prikazan na slici 3.



Slika 3. Jezgro Tridion CMS-a

CM podsistem je okruženje za pravljenje, upravljanje i sastavljanje Building Block-ova (BB) potrebnih da bi se sastavio veb-sajt ili sadržaj za potrebe drugih kanala, npr. Tridion Content Delivery Webservice, e-mail, RSS Feed, i drugi.

Sadržaj (uključujući sve BB-ove) se smešta u Content Manager Database bazu podataka. Svaki put kada se snimi promena nad nekim BB-om, Tridion napravi novu verziju tog itema unutar baze (Versioning). Korisnici mogu da vide sve verzije itema, a po potrebi mogu da učitaju neku od starih.

Korisnici upravljaju CM podsistemom i sadržajem koristeći razne klijente. CM klijenti su client-side korisničke aplikacije za upravljanje sadržajem ili server-side aplikacije koje komuniciraju na CM-om.

CD podsistem rukuje i procesira sadržaj publikovan od strane CM podsistema, transformiše sadržaj u dinamičke veb-sajtove koristeći Content Delivery API-e (Application Programming Interface), skladišti i servira publikovan sadržaj iz Content Data Store-a (CDS) (fajlsistem, relaciona baza podataka, custom skladište ili kombinacija svih navedenih), i stavlja sadržaj na prezentacione servere, tj. servere koji isporučuju sadržaj korisnicima.

4. PRIMER SISTEMA IMPLEMENTIRANOG U TRIDION CMS-U

Primer sistema predstavlja veb-sajt po nazivu "e-Learning concept" implementiran pomoću Tridion CMS-a i čija je glavna namena prikaz raznih kurseva. Sistem treba da zadovolji sledeće zahteve:

- Kursevi moraju da sadrže sledeće podatke: autor, kategorija, datum (uz automatsko popunjavanje), naslov i sadržaj
- Kursevi mogu da sadrže i sledeće opcione podatke: slika (uz mogućnost određivanja položaja slike - levo ili desno), link ka drugom veb resursu i link ka fajlu (pdf, doc, ...)

Uz to, sistem mora da podrži i sledeće:

- Prikaz pojedinačnih kurseva
- Pregled svih kurseva
- Pretraga kurseva (po kategoriji i/ili autoru)
- Podrška za kurseve na više jezika (engleski, srpski i mađarski)
- Responsive design

4.1. Implementacija

Publication (publikacija) predstavlja glavnu organizacionu jedinicu u CM-u koja sadrži sve ostale BB-ove potrebne da bi se napravio veb-sajt ili sadržaj za druge kanale. Publikacije su deo hierarhijske strukture zvane BluePrint, unutar koje publikacije u nizu nasleđuju strukturu, sadržaj i dizajn jedna iz druge. Podrška za više jezika je omogućena upravo kroz Tridion Blueprinting. Blueprinting omogućava da se isti itemi koriste u više publikacija bez potrebe za njihovim dupliranjem, a veoma je koristan i kada treba da se obezbedi branding, odnosno sličnost, bilo sadržajna, bilo dizajnska, između različitih jezičkih sajtova iste kompanije. Blueprinting takođe igra važnu ulogu i u ugrađenim jezičkim funkcionalnostima Tridion-a, odnosno u procesu automatizovanog prevoda sadržaja. U implementiranom veb-sajtu umesto automatskog prevoda, prevodenje je rađeno ručno. Na svakoj stranici postoji opadajuća lista sa dostupnim jezicima koja služi za promenu jezika veb-sajta.

Prilikom svake akcije u CM-u se dešava odgovarajući event na koji se može pretplatiti koristeći Tridion Event System. Pomoću ovog mehanizma je implementirano automatsko popunjavanje datuma.

Pretraživanje kurseva se oslanja na Tridion CD API-je, pomoću kojih se pretražuje CDS na osnovu unetih kriterijuma sa stranice za pretragu (search) i korisniku se prikazuje odgovarajući sadržaj.

Unos podataka za kurseve je omogućeno korišćenjem Tridion šema sa odgovarajućim poljima. Tridion šeme služe da bi opisali strukturu sadržaja koji se unosi u CMS.

Za svaki kurs postoji po jedna stranica (detail) na kojoj se prikazuje sav sadržaj tog kursa, dok za pregled svih kurseva koristi jedna stranica (overview). Na stranici za pregled su prikazani skraćeni prikazi svih kurseva sa linkom koji vodi do odgovarajuće detail stranice gde je kurs prikazan u potpunosti. Različiti prikaz podataka iz kurseva je implementirano pomoću Tridion Template-eva (templejt).

Templejti pristupaju unetom sadržaju i vrše transformacije nad njim: sortiraju i ispisuju sadržaje polja, dodaju HTML, CSS i JavaScript u rezultujući izlaz, itd. Ova transformacija se dešava prilikom publikovanja i zove se renderovanje. Izrenderovan sadržaj se ugrađuje u stranice ili se smešta u CDS, odakle se prikazuje prilikom otvaranja odgovarajućih stranica. U zavisnosti da li su opciona polja bila popunjena ili ne, odnosno od odabranog položaja slike, pomoću templejtinga se relizuje odgovarajući layout.

Responsive dizajn je implementiran uz pomoć Bootstrap framework-a.

Slike 4, 5, 6, i 7. prikazuju implementiran veb-sajt.



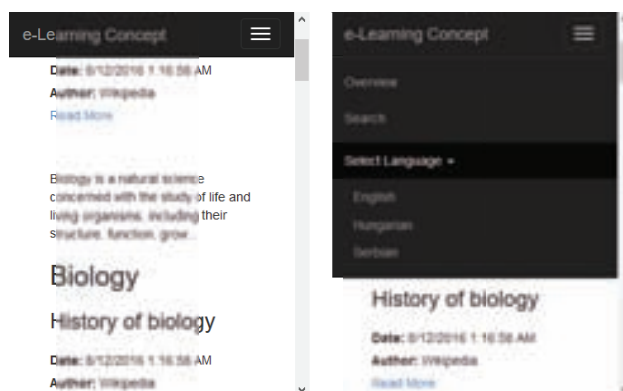
Slika 4. Overview stranica - engleski



Slika 5. Details stranica - srpski



Slika 6. Search stranica pre i posle pretrage - mađarski



Slika 7. Slika veb-sajta prikazanog na malom ekranu, desno sa otvorenim menijem - engleski

5. ZAKLJUČAK

Prilikom implementacije prikazanog primera, Tridion se pokazao izuzetno pogodnim za kreiranje i organizaciju nastavnih sadržaja.

U prikazanom primeru su to bili kursevi, ali u realnom scenariju to može biti bilo šta. BluePrinting i ugrađena podrška za prevode umnogome olakšava kreiranje sadržaja na više jezika, a odlične i veoma moćne CMS funkcionalnosti sistema obezbeđuju lakoću organizacije sadržaja i njegovo upravljanje.

Nasleđivanje omogućava ponovno korišćenje istih resursa, dok kategorije i ključne reči omogućavaju izgradnju veoma složenih taksonomija.

Upotrebom taksonomija postiže se klasifikacija sadržaja koji zauzvrat omogućava pretragu sadržaja, nalaženje povezanog sadržaja, pravljenje dinamičkih stranica, pravljenje navigacije itd. Ugrađeni versioning omogućava elegantno arhiviranje sadržaja uz dodatnu kontrolu i mogućnost vraćanja na bilo koju od prethodnih verzija u slučaju potrebe.

Specifična, odvojena arhitektura sistema (CM - CD) omogućuje da se upravljanju svim materijalima pristupa centralizovano i sigurno pomoću CM podsistema, dok se prezentaciona (CD) strana može po potrebi skalirati i replicirati na različitim geografskim lokacijama radi postizanja što boljih performansi. Tridion je takođe i veoma prilagodljiv, i gotovo svaki deo sistema može da se prilagodi specifičnim potrebama.

Loša strana upotrebe Tridiona za potrebe e-Obrazovanja je nedostatak LMS funkcionalnosti, što je bilo i za očekivati obzirom da se radi o "običnom" CMS-u.

Iako je veoma prilagodljiv, poseduje velik broj opcija i funkcionalnosti pomoću kojih se mogu implementirati LMS funkcionalnosti, one ipak nisu dostupne "out of the box".

Razvijanje tih funkcionalnosti zahteva određeno vreme, a u tom slučaju se te funkcionalnosti moraju i održavati tokom korišćenja što zahteva dodatne resurse.

Drugi važan faktor koji utiče na korišćenje Tridiona u obrazovanju je cena. Tridion je enterprise level CMS i kao takav ima i veliku cenu. Cene variraju od broja uključenih modula i servera, i odnose se na licence na određeni vremenski period, obično nekoliko godina.

Zbog trenutne visoke cene, postavlja se pitanje isplativosti korišćenja Tridion CMS-a kao dela infrastrukture koja omogućava e-Learning, naročito za neprofitne organizacije.

Za buduća istraživanja bi trebalo uzeti u obzir mogućnost upotrebe nekih od dostupnih modula. Tridion moduli dodatno proširuju već bogate mogućnosti sistema. Neki od zanimljivih modula su "Outbund E-Mail" koji omogućava rad sa e-mailovima i mail kampanjama, i "User Generated Content" koji omogućava korisnicima da ocenjuju i komentarišu sadržaj koji vide.

Pripadajući API omogućava zanimljive mogućnosti na osnovu ovih prikupljenih podataka, kao što su prikazivanje popularnog i dobro ocenjenog sadržaja pri vrhu, automatskog povlačenje sadržaja koji dobije previše negativnih ocena i slično.

Još jedan od dodatnih zanimljivih mogućnosti Tridiona je Ambient Data Framework (ADF) API. ADF omogućava praćenje korisnika, njegovih navika i preferenci, koje linkove posećuje, koliko vremena se zadržava na određenoj stranici i slično. Upotrebom tih informacija korisniku se može prikazati personalizovan sadržaj upotrebom SDL SmartTarget (ST) alata.

6. LITERATURA

- [1] A. Milojević, R. Krulj, „Teorije učenja“.
- [2] A. Sangrà, D. Vlachopoulos, N. Cabrera, „Building an Inclusive Definition of E-Learning: An Approach to the Conceptual Framework“, Universitat Oberta de Catalunya, Spain, April 2012.
- [3] G. Savić, M. Segedinac, Z. Konjović, „Tehnologije i sistemi eObrazovanja“, Univerzitet u Novom Sadu
- [4] R. R. A. Hussein, A. B. Al-Kaddo, „E-Learning by Using Content Management System (CMS)“, International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), Vol. 5, No. 10, 2014

Kratka biografija:



Atila Šoš je rođen 1986. godine u Novom Sadu, Republika Srbija. Školske 2004/05 upisao se na Fakultet Tehničkih Nauka u Novom Sadu, odsek elektrotehnika i računarstvo - računarstvo i automatika. Diplomirao je 2013. godine stičući zvanje „Diplomirani Inženjer elektrotehnike i računarstva“. Master rad je odbranio 2016. godine.

ENERGETSKA POLITIKA U EU I SRBIJI SA ASPEKTA PRIMENE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE**ENERGY POLICY OF THE EU AND SERBIA FROM THE ASPECT OF APPLICATION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES**Darko Jović, Vladimir Katić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prikazano stanje u energetskeg miksu EU i Srbije, proizvodnji, potrošnji i uvozu energije. Dat je pregled osnovnih principa energetske politike EU. Izložene su strategije razvoja i pravne zakonske regulative koje podržavaju upotrebu obnovljivih izvora energije (OIE), kao i rezultati njihove primene. Prikazan je razvoj energetske politike Srbije, harmonizaciji zakona Srbije sa zakonima EU i postavljanju nacionalnih ciljeva za OIE. Na kraju je izvršena procena uspešnosti energetske politike Srbije.

Abstract – The paper provides information on the energy mix of EU and Serbia, production, consumption and imports of energy. An overview of the key principles of the EU energy policy is given. Development strategies and legal regulations which support the use of renewable energy sources (RES) are laid out, as well as the results of their implementation. Development of the energy policy in Serbia, the harmonization of Serbian legislation with EU and the setting of national targets for RES is presented. At the end, the effectiveness of the Serbian energy policy was evaluated.

Ključne reči: Energetska politika, Instrumenti podrške, Obnovljivi izvori energije (OIE), Strategije

1. UVOD

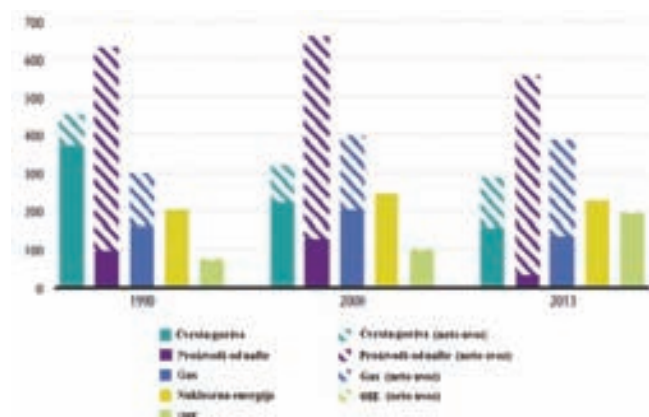
Energetska politika se bavi pitanjima vezanim za energetske razvoj koristeći se tehnikama javne politike kao što su donošenje zakonskih propisa, međunarodni ugovori, podsticaji za ulaganja, smernice očuvanja energije, oporezivanje itd. Cilj rada je da prikaže stanje u energetskeg sektoru EU i Srbije, razloge koji su razvoj OIE stavile visoko na listu prioriteta, kao i strategije i ključne pravce energetske politike, intrumente te politike i rezultate njene primene.

2. ENERGETSKI MIKS EU I SRBIJE

Potrošnja primarne energije (energetskeg miksa) predstavlja ukupne energetske potrebe jedne zemlje. Evropska unija je 2013. god. potrošila oko 1700 Mtoe primarne energije, od čega je iz uvoza nabavljeno preko 1000 Mtoe [1]. To je čini jednim od najvećih potrošača energije u svetu, ali i velikog zavisnika od uvoza. U energetskeg miksu potrošnje EU-28 najveći procenat zauzima nafta sa 34%, zatim gas sa 23%, ugalj i lignit sa 17%, nuklearna energija sa 14% i OIE sa 12% učešća.

Proizvodnja primarne energije ili primarna proizvodnja energije u EU-28 (EU sa 28 članica) je u velikom manjku u odnosu na potrošnju. Vrhunac je doživela 1996. god. kada je iznosila 987,9 Mtoe, a 2014. god. iznosila je 771,7 Mtoe [1]. EU-28 je potrebe potrošnje primarne energije zadovoljavala sa 47% sopstvene i sa oko 53% uvezene primarne energije. Uvoz primarne energije zavisi od samo nekoliko trgovinskih partnera, što ga čini nesigurnim i veoma ranjivim. Na slici 1 ilustrovano je koliki je odnos uvoza (šrafirano) i sopstvene (puno) proizvodnje u ukupnoj potrošnji primarne energije EU.

Finalna potrošnja energije predstavlja ukupnu energiju koju potroše krajnji korisnici. Potrošnja finalne energije u EU-28 2013. god. iznosila je 1103,8 Mtoe, što predstavlja 66,2% ukupne potrošnje primarne energije.



Slika 1. Energetska zavisnost EU-28 po gorivima [1]

Stanje u Srbiji se dosta razlikuje od evropskeg. Potrebe za primarnom energijom, odnosno primarna potrošnja energije iznosi 15,0 Mtoe (2013.god.). Struktura je da 32% dolazi iz uvoza dok je ostatak iz domaćih izvora, pa je i energetskeg sektor Srbije uvezno zavisna [1]. Glavni energent u Srbiji je još uvek ugalj, kako u potrošnji tako i u proizvodnji. U ukupnoj potrošnji primarne energije u Srbiji ugalj ima učešće od 53%, nafta 22%, gas 12% i OIE 13%. Ukupna primarna proizvodnja energije u Srbiji 2013. god. iznosila je 11,3 Mtoe (67,8% ugalj i lignit, 10,4% nafta, 3,7% prirodni gas i 17,6% OIE).

Od ukupne primarne potrošnje energije u Srbiji 8,3 Mtoe ili 55,7% otpada na finalnu potrošnju. Od toga industrija troši 2,5 Mtoe (30,1%), saobraćaj 2,0 Mtoe (24,1%), a domaćinstva, trgovina, službe i dr. 3,8 Mtoe (45,8%).

U cilju unapređenja energetske sigurnosti, koja je ugrožena zbog ove uvozne zavisnosti, kao i da bi se smanjio negativan uticaj, kako uglja tako i gasa i nafte na životnu sredinu, u EU, a i u Srbiji donesene su strateške

NAPOMENA:

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

odluke o značajnom povećanju korišćenja OIE, odnosno podsticanju investicija u OIE. Iako je načinjen značajan napredak, pogotovo u EU, i dalje su potrebni veliki napori ka povećanju proizvodnje energije iz OIE.

3. STRATEGIJA I KLJUČNI CILJEVI ENERGETSKE POLITIKE EU

Energetska politika EU utemeljena je na tri ključna principa:

- održivost
- sigurnost snabdevanja i
- konkurentnost.

Ovi principi su izneti u zvaničanom dokumentu tkzv. „zelenoj knjizi“, koji je izdala Evropska komisija 2006. god., pod naslovom „Evropska strategija za održivu, konkurentnu i sigurnu energiju“ [2].

3.1 Energetska politika za Evropu

Dokument „Energetska politika za Evropu“ označava početak većeg integrisanja evropske energetske politike, koja je tada dobila značajan zalet [3]. Marta 2007. god. usvojen je prvi „energetski akcioni plan“ EU [4]. On je izložio tri glavna izazova za evropsku energetska politiku, koji čine jezgro zajedničke energetske politike sve do danas: održivost, sigurnost snabdevanja i konkurentnost.

U „akcionom planu 2007-2009“ Savet EU je usvojio mnoge predloge Komisije EU, među kojima i poznate ciljeve izražene kao "20/20/20", koji definišu evropsku energetska politiku. Ti ciljevi se odnose na tri 20% cilja, koje je neophodno postići do 2020. god.:

- smanjenje emisije gasova staklene bašte u EU za najmanje 20% u odnosu na nivo iz 1990. god.
- da 20% potrošnje energije potiče od OIE i
- smanjenje od 20% potrošnje primarne energije u poređenju sa projektovanim nivoima, što treba da se postigne povećanjem energetske efikasnosti [3].

„Energija 2020“ je dugoročna strategija objavljena od strane Evropske komisije 2010. god. [12]. Ona se nadovezuje na energetski akcioni plan iz 2007. god., ali tvrdi da je malo verovatno da će ta strategija uspeti da ostvari ciljeve za 2020. god., a kamoli dugoročne izazove, naročito smanjenje emisije gasova i do 95% do 2050. god. Stoga ima za cilj da obezbedi nove alate za postizanje ciljeva za 2020.

3.2 Strategije i ciljevi posle 2020. god.

Trenutno nekoliko strateških dokumenata definišu energetski razvoj na nivou EU u periodu posle 2020. god., pa sve do 2050. god. Najznačajniji su: „Energetska strategija za 2030“ [5] i „Energetska mapa puta do 2050. godine“ [6].

Novi okvir za klimu i energiju za 2030. god., uključujući i razne ciljeve širom EU, kao i političke ciljeve u periodu između 2020. i 2030. god., objavljeni su u strateškom dokumentu „Energetska strategija za 2030. godinu“ 2014. god. Ti ciljevi imaju svrhu da pomognu EU da ostvari konkurentniji, sigurniji i održiviji energetski sistem i da dostigne svoj dugoročni cilj značajno smanjenja emisije gasova staklene bašte do 2050. god. Ova strategija je tržišno orijentisana podstičući privatne investicije u nove cevovode, električne mreže i niskokarbonsku tehnologiju. Ciljevi za 2030. god.:

- 40% smanjenje emisije gasova sa efektom staklene bašte u odnosu na nivo iz 1990. god.
- najmanje 27% udela OIE u potrošnji energije
- najmanje 27% uštede energije u poređenju sa uobičajenom potrošnjom.

„Energetska mapa puta do 2050. godine“ je dugoročni strateški dokument objavljen od strane Komisije decembra 2011. god. To je odgovor na dugoročne investicione cikluse energetske infrastrukture i ima za cilj da daje pravac kretanja posle 2030. god. Postavljeni su dugoročni ciljevi za smanjenje emisije gasova staklene bašte za 80-95% do 2050. u odnosu na nivo iz 1990. god. Ova mapa ima za cilj da obezbedi sigurnost planiranja investicija, pogotovo jer će u narednim decenijama biti potrebna zamena velikog dela infrastrukture. Sada se očekuje da će udeo OIE u 2050. god. u finalnoj potrošnji energije iznositi 75%, a udeo u potrošnji električne energije čak 97% [6].

4. STRATEGIJE RAZVOJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE EU

4.1 Strateški dokumentu EU

Kao prvi korak ka stvaranju strategije za OIE, Komisija je usvojila dokument „Energija za budućnost-obnovljivi izvori energije“ - Zelena knjiga za zajedničku strategiju, objavljen 1996. god. [7]. Cilj ovog dokumenta bio je da se otvori rasprava o tome šta su najhitnije i najvažnije mere koje mogu biti preduzete na nivou Zajednice i nivou država članica, kao i prirodu tih specifičnih akcija. Ukazan je značaj jasnog definisanja ciljeva za razvoj bilo koje politike. Istaknuti su instrumenti politike i razmišljanja o različitim elementima, koji moraju biti pokriveni strategijom i razvojem akcionog plana, da bi se dostigli postavljeni ciljevi. „Zelena knjiga“ dovodi do razvoja legislativne, koji se na kraju izlaže u dokumentu „bela knjiga“ [8].

4.2 Direktive EU o OIE

Direktiva je najvažniji zakonodavni instrument uz uredbu. Direktiva je izvor sekundarnog prava Evropske unije i pravno je obavezujući akt za usklađivanje pravca država članica sa pravom EU. Najvažnije direktive o OIE su:

Direktiva 2001/77/EC Evropskog parlamenta i Saveta od 27.9.2001. godine o podsticanju električne energije proizvedene iz OIE na internom tržištu električne energije [13]. Ona je postavila prve prolazne ciljeve, tj. da se do 2010. god. 12% energije dobija iz OIE, a da udeo OIE u proizvodnji električne energije poraste na 22%. Time se očekivalo smanjenje emisija gasova za čak 402 Mt.

Direktiva 2003/30/EC Evropskog Parlamenta i Saveta od 8.5.2003., za promociju upotrebe biogoriva ili drugog goriva proizvedenog iz OIE za potrebe saobraćaja [14].

Direktiva 2009/28/EC Evropskog parlamenta i Saveta od 23.4.2009., o promociji upotrebe energije iz obnovljivih izvora i izmeni i delimičnom stavljanju van snage Direktive 2001/77/EC i Direktive 2003/30/EC. Ovim dokumentom, čije su ključne postavke održivo, konkurentno i sigurno snabdevanje energijom, ukazuje se na povećanje značaja korišćenja OIE i povećanje ozbiljnosti kojom se prilazi ovog temi u EU [15].

5. REZULTATI STRATEGIJA ZA OIE U EU

5.1 Rezultati primene energetske strategije

Ključna dostignuća trenutnog okvira energetske i klimatske politike 20/20/20:

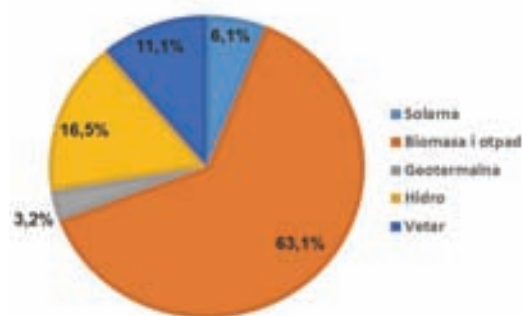
- Emisija gasova staklene bašte u 2012. god. je smanjena za 18% u odnosu na emisiju u 1990. god. i očekuje se da će se dodatno smanjiti do nivoa 24%, odnosno do nivoa 32% nižeg (nego 1990. god.) i to do 2020., odnosno 2030. god., respektivno.,
- Udeo OIE je u 2012. povećan na 13% kao udeo finalne potrošnje energije i očekuje se da će dalji rast na 21% u 2020. i 24% u 2030. god.
- Do kraja 2012. god. EU je instalirala oko 44% svetskih obnovljivih izvora električne energije (isključujući velike hidro)
- Energetski intenzitet EU ekonomije je smanjen za 24% između 1995. i 2011. god., dok je poboljšanje od strane industrije bilo oko 30%.
- Intenzitet emisije ugljen-dioksida EU privrede je pao za 28% između 1995. i 2010. god. [5].

5.2 Rezultati primene EU strategija za OIE

U izveštaju Komisije iz 2015. god. stoji da se ukupan udeo OIE EU-28 povećao od 14,3% u 2012. do 15% u 2013, a 2014. god. taj udeo dostigao je 16% u ukupnoj potrošnji energije, i da beleži se dalji rast. U obe godine, i 2013. i 2014., EU i većina članica je bila na dobrom putu što se tiče ciljeva iz Direktive 2009/28/EC i nacionalnih ciljeva. 25 država članica je ispunilo svoje privremene ciljeve za 2013/2014.

Emisija gasova staklene bašte je smanjena za 9% u odnosu na referentnu 2005. god.

Udeo OIE u transportu 2014. god. bio je 5,9%. Ostvarivanje cilja od 10% do 2020. predstavlja i dalje veliki izazov. Udeo pojedinih OIE je prikazan na slici 2.



Slika 2. Dijagram učešća pojedinih OIE za EU

6. ENERGETSKA POLITIKA I STRATEGIJE RAZVOJA OIE SRBIJE

Srbija je energetski intenzivna zemlja. Većinu svoje električne i toplotne energije proizvodi iz uglja čije sagorevanje dovodi do veoma visoke emisije gasova sa efektom staklene bašte. OIE u Srbiji čine 16% proizvedene primarne energije za 2013. god., a cilj koji treba da ostvari je 27% udela do 2020. god. Jasna opredeljenost Srbije procesu pridruživanja EU usmerava je da svoju energetska politiku uskladi sa energetska politikom EU.

Ratifikovanjem Ugovora o osnivanju Energetske zajednice, koji je stupio na snagu 2006. god., Srbija je uglav-

nom uskladila svoju energetska politiku sa smernicama energetske politike EU. Energetska politika, saglasno sa Zakonom o energetici, sprovodi se realizacijom [9]:

- Strategije razvoja Srbije
- Programa ostvarivanja te strategije
- Energetskog bilansa Srbije

Narodna skupština Republike Srbije je 4. 12. 2015. donela Strategiju razvoja energetike Republike Srbije do 2025. sa projekcijama do 2030. god. [10], kojom se predlaže put tržišnog restrukturiranja i tehnološke modernizacije energetike Srbije, kako bi se bolje pripremila za period rasta opšte tražnje dobara i usluga. Ona izlaže strateške ciljeve za povećanje proizvodnje energije iz OIE radi smanjenja uvozne zavisnosti i podizanja energetske bezbednosti, kao i strateške pravce delovanja. Strateški pristup energetici podrazumeva da se procesi u privredi i državi, kao i u životu građana, odvijaju uz niže ekonomske troškove i viši stepen socijalne i ekološke održivosti - viši standard stanovništva uz smanjenje zagađenja i bolju zaštitu prirode. Zahtevi energetike su da obezbedi ekonomiju zasnovanu na korišćenju relativno čiste i iz različitih izvora dostupne energije. Energetika treba da se što više oslanja na OIE, a što manje na iscrpive resurse, uz brigu o zaštiti životne sredine. Takođe treba da obezbedi isplaniranu efikasnu proizvodnju energije, kao i plasman na tržište. Srbija najveći potencijal za proizvodnju energije iz OIE ima u sektoru električne energije, zato će se akcenat staviti na proizvodnju električne energije iz OIE.

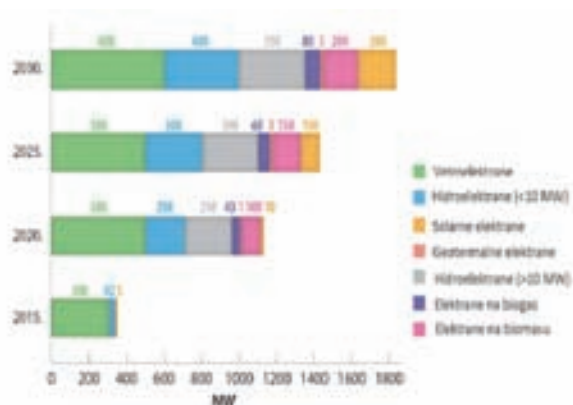
Prioritetne aktivnosti ove strategije su realizacija Akcionog plana za OIE do 2020. god. [11]. Instrumenti za promociju OIE i operacionalizaciju strategije su iskazani kroz uredbe koje podstiču proizvodnju električne energije iz OIE, donete u skladu sa Zakonom o energetici. Te uredbe su:

- Uredba o uslovima i postupku sticanja statusa povlašćenog proizvođača, privremenog povlašćenog proizvođača i proizvođača električne energije iz obnovljivih izvora energije [16];
- Uredba o podsticajnim merama za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora i iz visokoeфикаsne kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije [16];
- Uredba o ugovoru o otkupu električne energije [16].

7. DISKUSIJA STANJA RAZVOJA OIE U SRBIJI

Nacionalnim akcionim planom za promociju energije proizvedene iz OIE postavljeni su obavezni nacionalni ciljevi za učešće energije iz OIE u bruto finalnoj potrošnji energije (27%), kao i učešće energije iz OIE u saobraćaju (10%) do 2020. god. Da bi došlo do ostvarenja usvojenih nacionalnih ciljeva predviđeno je instalisanje većih kapaciteta za proizvodnju električne energije korišćenjem OIE (slika 3), kao i veće učešće OIE u proizvodnji toplotne energije.

Podsticanjem investicija u OIE postignuto je da je u Srbiji instalirano ili je u fazi izgradnje oko 557 MW novih energetska postrojenja, koja koriste čiste izvore energije. Prema registru povlašćenih proizvođača od 2016. god. status povlašćenog i privremeno povlašćenog proizvođača stekli su objekti čiji su kapaciteti prikazani u Tabeli 1.



Slika 3. Projekcije izgradnje kapaciteta za proizvodnju električne energije korišćenjem OIE [10]

Tabela 1. Kapaciteti elektrana na OIE u Srbiji

	Ukupno instalisana snaga povlašćeni	Ukupno instalisana snaga privremeni povlašćeni
Hidroelektrane (< 10MW)	40,8 MW	0,7 MW
Solarne elektrane	8,7 MW	1,3 MW
Elektrane na vetar	0,5 MW	499,5 MW
Elektrane na biogas	5,5 MW	-
Ukupno	55,5 MW	501,4 MW

Može se videti da će projekcije za kapacitete vetroelektrana koje iznose 500 MW do 2020. i 2025. god. vrlo verovatno biti ostvarene, jer su kvote predviđene za vetroelektrane (500 MW), već popunjene.

Takođe i za solarne elektrane kvote od 10 MW su popunjene, što je u skladu sa ostvarenjem projekcija od 10 MW za solarne elektrane u 2020. god.

Do sada izgrađeni kapaciteti elektrana na biogas iznose oko 5,5 MW a projekcije za 2020. god. iznose 43 MW što će reći da taj cilj ovim tempom neće biti ostvaren.

Za male hidroelektrane projekcija kapaciteta iznosi za 2020. iznosi 208 MW, a trenutno izgrađeni kapaciteti su 41,5 MW, što ukazuje da i ovde treba pojačati napore.

Projektovana izgradnja kapaciteta proizvodnje električne energije iz OIE za 2030. god. iznosi preko 1800 MW. Da bi se ostvario ovaj ambiciozni cilj potrebno je uložiti mnogo napora i privući još više investitora, čak i u uslovima značajnog smanjenja ili izostajanja podsticaja.

8. ZAKLJUČAK

Energetske i ekonomske prilike u EU, sve veća zavisnost od uvoza energenata, kao uticaj emisije gasova na klimatske promene, doveli su do logične i nužne potrebe promovisanja proizvodnja energije iz OIE. U skladu sa tim EU je uložila velike napore za što brže povećanje udela OIE u energetske miksu i prebacivanja primata sa proizvodnje i potrošnje energije iz fosilnih goriva na OIE. Dosadašnji rezultati ovakve energetske politike su ohrabrujući, pa je EU postala svetski lider u proizvodnji i primeni OIE.

Srbija, koja teži da postane članica EU, preuzela je ciljeve i obaveze energetske politike EU i usvojila zakone koji promovisu proizvodnju OIE. Za Srbiju predstoji još mnogo napornog posla do ostvarivanja zacrtanih ciljeva, ali

ohrabrujuće je da razvoj i upotreba OIE beleže sve veći napredak.

9. LITERATURA

- [1] EU, „Energy, transport and environment indicators“, Eurostat, Luxemburg, 2015.
- [2] Commission of the European Communities, “Green paper – A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy”, Brussels, 2006.
- [3] EC, “An Energy Policy for Europe”, Brussels 2007.
- [4] Council of the EU, “Brussels European Council 8/9 March 2007–Presidency Conclusions” Brussels 2007.
- [5] EC, “A policy framework for climate and energy in the period from 2020 to 2030”, Brussels, 2014.
- [6] EC, “Roadmap 2050”, Brussels 2011.
- [7] Commission of the European Communities, “Energy for the future: Renewable sources of energy - Green Paper for a Community Strategy”, Brussels, 1996.
- [8] EC, “Energy for the future: Renewable sources of energy-White Paper for a Comm. Strategy and Action Plan”, Brussels, 1997.
- [9] „Zakon o energetici”, Sl. Gl. RS, vol. 145/2014, 2014.
- [10] „Strategija razvoja energetike Republike Srbije za period do 2025. godine sa projekcijama do 2030. godine“, Nar. skupština Rep. Srbije, Beograd, 2015.
- [11] „Nacionalni akcioni plan za korišćenje obnovljivih izvora energije Rep. Srbije“. Sl. gl. RS, br. 53/2013.
- [12] EC, “Energy 2020: A strategy for competitive, sustainable and secure energy”, Brussels, 2010.
- [13] "Directive 2001/77/EC of the E.P. and of the C. of 27 Sep. 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market," Off. Jour. of the EC, vol. L 283/33, 2001.
- [14] "Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2003 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport," Off. Journal of the EC, vol. L123/42, 2003.
- [15] "Directive 2009/28/EC of the E.P. and of the C. of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC", Off. Jour. of the EU, vol.L140/16, 2009
- [16] Službeni glasnik RS, broj. 56/2016, 2016.

Kratka biografija:



Darko Jović rođen je u Gradačcu 1987. god. Srednju školu gimnaziju, završio je u Šamcu 2006. god. Osnovne akademske studije završio je 2013. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2016. god.



Vladimir Katić je doktorsku disertaciju odbranio na Univerzitetu u Beogradu 1991. god. Redovan profesor Univerziteta u Novom Sadu je od 2002. god. za oblast Energetska elektronika, mašine i pogoni i OIE. Prodekan je FTN-a i šef Katedre za energetske elektroniku i pretvarače. Oblasti interesovanja su energetska elektronika, kvalitet električne energije i obnovljivi izvori električne energije.

**SAMOPOBUDNI ASINHRONI GENERATOR POGONJEN VETROTURBINOM
PROMENJIVE BRZINE OBR TANJA****SELF-EXCITED INDUCTION GENERATOR DRIVEN BY A
VARIABLE SPEED WIND TURBINE**Jela Bošnjak, Boris Dumnić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – Proizvodnja električne energije korišćenjem energije vetra ima sve širu primenu. U ovom radu razmatra se samopobudni asinhroni generator koji se koristi u vetroelektranama promenjive brzine obrtanja. U radu je najpre izvršeno matematičko reprezentovanje standardne asinhronne mašine. Nakon izvođenja matematičkog modela standardne asinhronne mašine izveden je kompletan matematički model samopobudnog asinhronog generatora.

Abstract – The production of electricity using wind energy has constantly increasing. This paper discuss the self-excited induction generator applied in variable speed wind turbine. Firstly, mathematical model of standard induction machine is represented. After that, detailed mathematical model of self-excited induction generator is developed.

Ključne reči: Energija vetra, elektromehanička konverzija energije, asinhronne mašine, samopobudni asinhroni generator

1. UVOD

Globalni ekološki problemi i problemi energetske deficita se danas u svetu posmatraju kao jedinstven problem dobijanja čiste energije [1]. Izgradnja postrojenja za proizvodnju energije na bazi obnovljivih izvora postaje ne samo potreba već i obaveza. Evropska Unija je obavezala sve članice, u formi direktive (Directive 2001/77/EC), da u precizno definisanoj meri, srazmernoj prirodnim resursima, povećaju učešće obnovljivih izvora u nacionalnoj proizvodnji električne energije. Od svih obnovljivih izvora najveći tehnološki napredak i najveći trend izgradnje u svijetu u poslednjih 15 godina imaju vetroelektrane [1].

Relevantni izveštaji pokazuju da ukupna instalisna snaga vetroelektrana na kraju 2014. godine iznosi 360 GW [2]. Tokom 2014. godine zabeležen je rast instalisanih kapaciteta od čak 44% sa preko 50 GW novo instalisanog kapaciteta na godišnjem nivou. Vodeći se dosadašnjim činjenicama buduće tržište vetroenergije mnogo obećava, predviđa se stabilizacija posle 2015. godine i do 2019. godine očekuje se godišnji rast od 4-6%. Takođe, očekuje se rast ukupnog kapaciteta između 11% i 15%, sa mogućnošću da ukupni instalisani kapacitet bude 650 GW na kraju 2019. godine, kao što je prikazano na slici 1.1.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Boris Dumnić, doc.



Slika 1.1. Predviđanje razvoja globalnog tržišta [2]

U prethodnom periodu razvijene su nove tehnologije i spoznaje o učinku vetroelektrana na elektroenergetsku mrežu, razvijeni su vetrogeneratorski sistemi koji pružaju potporu mreži i imaju pozitivan uticaj na stabilnost elektroenergetskog sistema a cena opreme i izgradnje vetrogeneratorskih sistema se konstantno smanjuje [3]. Sve to je dodatno osnažilo argumente za što veći prodor vetroelektrana u elektroenergetske sisteme širom sveta.

Vetroelektrane se prema tipu generatora koji se koristi u njihovoj izvedbi, u najopštijem slučaju, mogu podeliti na [1]:

- vetroelektrane sa asinhronom mašinom i
- vetroelektrane sa sinhronom mašinom.

Primarne prednosti asinhronne mašine su njena relativno jednostavna i izdržljiva konstrukcija (bez četkica) i to što nema potrebu za odvojenim jednosmjernim izvorom. Ove mašine su veoma ekonomične, pouzdane i dostupne su kako za male (do 100 kW) tako i za vetrogeneratorske sisteme velikih snaga (nekoliko MW). U odgovarajućoj izvedbi (sa odgovarajućim pretvaračem energetske elektronike) mogu da rade na promenljivim brzinama obrtanja. Zbog svoje konstrukcije i promenjive brzine vetra, vetroelektrane sa asinhronom generatorom su opremljene i reduktorom (multiplikatorom). U slučaju vetrogeneratorskih sistema koji nisu povezani na krutu električnu mrežu već funkcionišu kao samostalni (ili hibridni) sistemi i napajaju izolovano potrošačko područje, javlja se problem obezbeđivanja reaktivne energije neophodne za rad asinhronne mašine. U takvim slučajevima kao prirodan izbor nameće se samopobudni asinhroni generator koji omogućava rad vetrogeneratorskog sistema, sa promenljivom brzinom obrtanja, i u izolovanim mrežama u kojima reaktivna energija iz mreže nije dostupna.

2. MATEMATIČKO MODELOVANJE ASIHROME MAŠINE

Za proučavanje karakteristika i različitih režima rada asinhronne mašine kao i problematike regulacije i stabilnosti mreže na koju je mašina priključena, neophodno je izvesti adekvatan i upotrebljiv matematički model asinhronne mašine. Matematički model asinhronne mašine izvodi se u prostoru stanja, pri čemu su kao promjenljive stanja biraju fluksni obuhvati [4, 5].

2.1. Model idealizovane asinhronne mašine u originalnom području

Asinhrona mašina se posmatra kao dinamički sistem sa trofaznim namotajem na statoru i rotoru. Svih šest namota je međusobno magnetno spregnuto. Magnetna sprega između namota rotora i namota statora zavisi od mehaničke koordinate tj. položaja rotora prema statoru, pa su i fluksni obuhvati svakog od namota takođe funkcije položaja rotora, odnosno vremena [4, 5].

Matematički model u originalnom trofaznom području predstavlja sistem nelinearnih diferencijalnih jednačina sa vremenski promenljivim koeficijentima i sistem algebarskih jednačina sa vremenski promenljivim koeficijentima. Elementi matrice induktivnosti koji definišu međusobne induktivnosti između namota statora i rotora su vremenski promenljivi, jer zavise od položaja rotora u odnosu na stator. Taj položaj se menja u vremenu, te su sve međusobne induktivnosti funkcije vremena. Ovakva vremenska zavisnost velikog broja koeficijenata koji moraju biti izračunati u svakom koraku proračuna čini ovaj matematički model neefikasnim za računarske simulacije u vremenskom domenu [4, 5].

Drugi nedostatak opisanog matematičkog modela asinhronne mašine je što, usled magnetne sprege između namota, matrica induktivnosti ovog sistema ima dosta nenultih elemenata, što takođe model čini neefikasnim za numeričke računarske analize [4, 5].

2.2. Matrične transformacije modela asinhronne mašine

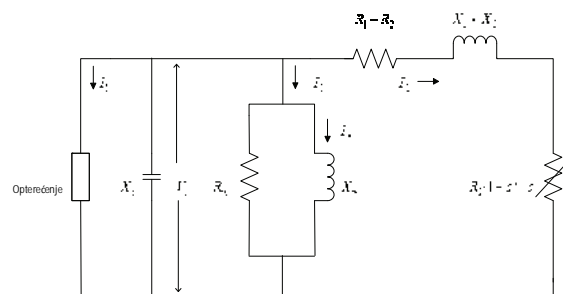
Osnovna svrha primene matričnih transformacija je da promenom baze vektorskog prostora (nad kojim je model definisan) matematički model mašine se maksimalno pojednostavi u formu pogodnu za matematičku analizu. Nad originalnim modelom asinhronne mašine vrše se dvije transformacije [4, 5]:

- Transformacija raspazanja i to radi dobijanja minimalnog broja nenultih članova transformisane matrice induktivnosti.
- Transformacija obrtanja i to radi obezbeđenja nezavisnosti elemenata transformisane matrice induktivnosti od ugaonog položaja rotora, tj. vremena.

3. SAMOPOBUDNI ASINHRONI GENERATOR

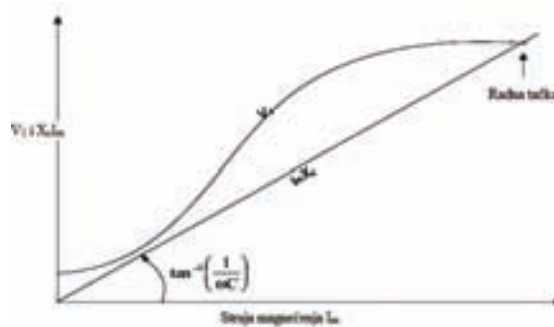
Samopobudni asinhroni generator se može posmatrati kao asinhrona mašina u zasićenju, izuzev činjenice da ima kondenzatore za pobuđivanje povezane preko statorskih namota [6]. Ove mašine su idealan izbor za proizvodnju električne energije u samostalnim vetroenergetskim sistemima, sa promenljivom brzinom, gdje reaktivna energija iz mreže nije dostupna. Do samopobude asinhronog generatora pomoću kondenzatora može da dođe samo ako rotor ima odgovarajuće remanentno magnetno polje. U samopobude-

nom stanju izlazna frekvencija i napon generatora su određeni brzinom obrtanja, opterećenjem generatora kao i sa vrednošću kapacitivnosti kondenzatora. Pofazna ekvivalentna šema samopobudnog asinhronog generatora u stacionarnom stanju prikazana je na slici 3.1 i u osnovi bazirana je na standardnoj šemi idealizovane asinhronne mašine.



Slika 3.1. Ekvivalentna šema samopobudnog asinhronog generatora sa kondenzatorom

Proces samopobude u asinhronoj mašini poznat je decenijama. Kada su kondenzatori povezani preko statora asinhronne mašine, čiji rotor je pokretan mehaničkim momentom, napon će se indukovati na krajevima namota statora. Indukovana elektromotorna sila i struja u statorskim namotajima će nastaviti da raste dok se ne dostigne stacionarno stanje, koje je određeno i magnetnim zasićenjem mašine. U ovoj radnoj tački napon i struja će biti ustaljeni na maksimalnoj vrednosti i frekvenciji. Da bi se samopobudno stanje mašine održalo, za datu vrednost kapacitivnosti, postoji odgovarajuća minimalna brzina obrtanja rotora. Tako u ostrvskom režimu rada neophodno je za asinhroni generator da radi u zasićenju. Ovo garantuje jednu i samo jednu tačku preseka između krive magnećenja i prave reaktanse kondenzatora, odnosno stabilan izlazni napon pri opterećenju, što se može videti na slici 3.2.



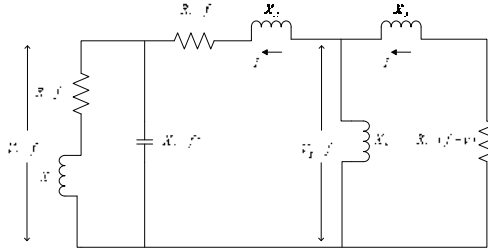
Slika 3.2. Određivanje stabilnog stanja samopobudnog asinhronog generatora

4. MATEMATIČKI REPREZENT ASINHRONOG GENERATORA

Postoje dva fundamentalna metoda za izučavanje karakteristika samopobudnog asinhronog generatora. Jedan od fundamentalnih metoda predstavlja izrada ekvivalentnog kola i on obuhvata metode koji se zasnivaju na prvom i drugom Kirhofovom zakonu. Ovaj metod je pogodan za izučavanje karakteristike stacionarnog stanja mašine. Drugi metod je tzv. dq model baziran na uopštenoj teoriji mašina [5] i pomoću njega možemo da analiziramo prelazne procese, podjednako dobro kao i stacionarno stanje mašine.

4.1. Stacionarni model

Analiza stacionarnog stanja asinhronog generatora je od interesa i zbog konstrukcije i zbog pregleda radnih stanja. Poznavanjem parametara mašine moguće je izračunati osobine mašine pri datoj brzini, kapacitivnosti i datim uslovima opterećenja. Metode koje se zasnivaju na Kirhofovim zakonima i koje se koriste za analizu samopobudnog asinhronog generatora su bazirane na pofaznom stacionarnom ekvivalentnom kolu asinhronog generatora. Na slici 4.1. prikazano je pofazno ekvivalentno kolo za stacionarno stanje asinhronog generatora i ovo ekvivalentno kolo je modifikovano za slučaj samopobude.



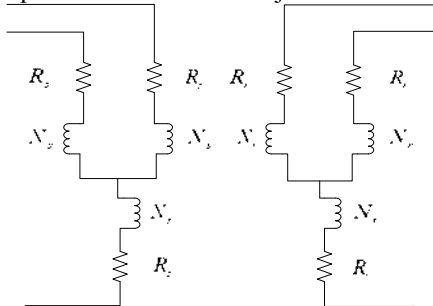
Slika 4.1. Ekvivalentna šema samopobudnog asinhronog generatora sa R-L opterećenjem

4.2. Dinamički model

Proces samopobude asinhronog generatora je prelazni proces i u potpunosti se može sagledati ukoliko se analizira korišćenjem adekvatnog dinamičkog modela. Da bismo došli do ovakvog dinamičkog modela asinhronog generatora vrše se transformacije matematičkog modela napisanog u originalnom domenu kako je to i navedeno u delu 2.2.

4.2.1. Naponske jednačine

Sprega namota dvopolne, trofazne asinhronog mašine, čiji su namoti povezani u zvezdu data je na slici 4.2.



Slika 4.2. Sprega namota asinhronog mašine

Naponske jednačine su date sa izrazima 4.1. i 4.2.

$$V_{abcs} = r_s i_{abcs} + p \lambda_{abcs} \quad (4.1)$$

$$V_{abcr} = r_r i_{abcr} + p \lambda_{abcr} \quad (4.2)$$

gde su:

V_{abcs} i V_{abcr} - fazni naponi,

i_{abcs} i i_{abcr} - fazne struje,

λ_{abcs} i λ_{abcr} - fluksni obuhvati i

$$p = \frac{d}{dt}$$

Upotrebom tzv. abc-dq transformacije [5] i izražavanjem fluksnog obuhvata kao proizvoda struja i induktivnosti, dajemo izraze za napone iskazane jednačinama 4.3 i 4.4.

$$V_{qd0s} = r_s i_{qd0s} + \omega \lambda_{qs} + p \lambda_{qd0s} \quad (4.3)$$

$$V'_{qd0r} = r'_r i'_{qd0r} + (\omega - \omega_r) \lambda'_{qdr} + p \lambda'_{qd0r} \quad (4.4)$$

gdje su:

ω - električna ugaona sinhrona brzina,

ω_r - električna ugaona brzina rotora,

$$\lambda_{qds}^T = [\lambda_{ds} \quad -\lambda_{qs} \quad 0] \text{ i}$$

$$(\lambda'_{qdr})^T = [\lambda'_{dr} \quad -\lambda'_{qr} \quad 0]$$

Korišćenjem relacija za fluksne obuhvate i struje dobijamo naponske i fluksne jednačine koje su date izrazima 4.5 - 4.12:

$$V_{qs} = r_s i_{qs} + \omega \lambda_{ds} + p \lambda_{qs} \quad (4.5)$$

$$V_{ds} = r_s i_{ds} - \omega \lambda_{qs} + p \lambda_{ds} \quad (4.6)$$

$$V'_{qr} = r'_r i'_{qr} + (\omega - \omega_r) \lambda'_{dr} + p \lambda'_{qr} \quad (4.7)$$

$$V'_{dr} = r'_r i'_{dr} - (\omega - \omega_r) \lambda'_{qr} + p \lambda'_{dr} \quad (4.8)$$

$$\lambda_{qs} = L_{ls} i_{qs} + L_m (i_{qs} + i'_{qr}) \quad (4.9)$$

$$\lambda_{ds} = L_{ls} i_{ds} + L_m (i_{ds} + i'_{dr}) \quad (4.10)$$

$$\lambda'_{qr} = L'_{lr} i'_{qr} + L_m (i_{qs} + i'_{qr}) \quad (4.11)$$

$$\lambda'_{dr} = L'_{lr} i'_{dr} + L_m (i_{ds} + i'_{dr}) \quad (4.12)$$

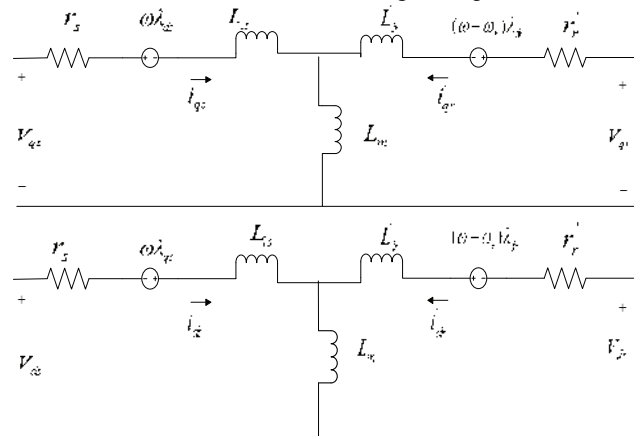
gde su:

L_{ls} - rasipna induktivnost statora,

L'_{lr} - rasipna induktivnost rotora i

L_m - induktivnost magnećenja.

Na osnovu prethodnih jednačina, na slici 4.3. prikazana su ekvivalentna kola asinhronog mašine po d i q osi.



Slika 4.3. Ekvivalentno kolo asinhronog mašine u transformisanom (dq) domenu

4.2.2. Momenta jednačina

Izrazi za elektromagnetni moment, (negativan zbog generatorskog režima rada) dat je jednačinom 4.13.

$$T_e = -\frac{3}{2} \frac{P}{2} L_m (i'_{dr} i_{qs} - i_{ds} i'_{qr}) \quad (4.13)$$

Jednačina kretanja data je izrazom 4.14.

$$T_D = J \frac{2}{P} p \omega_r + T_{e-gen} \quad (4.14)$$

gde je:

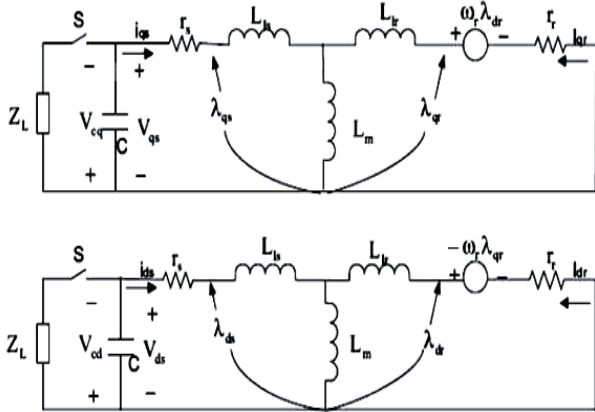
P - broj pari polova,

J - inercija rotora i

T_D - obrtni (pogonski, mehanički) moment.

4.2.3. Model samopobudnog asinhronog generatora

Transformisan (dq) model samopobudnog asinhronog generatora u stacionarnom referentnom koordinatnom sistemu (referentni koordinatni sistem vezan za stator) se dobija kada se u jednačine 4.5 – 4.8 uvrsti da je $\omega=0$. Slika 4.4. prikazuje potpuni dq model samopobudnog asinhronog generatora sa opterećenjem u stacionarnom referentnom sistemu.



Slika 4.4. Ekvivalentno kolo samopobudnog asinhronog generatora u dq domenu

Za slučaj kada nemamo opterećenje, sređivanjem jednačina za ekvivalentno kolo sa slike 4.4, data je jednačina 4.15 koja je napisana u matricnoj formi.

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_s + p \cdot L_s + 1/p \cdot C & 0 & p \cdot L_m & 0 \\ 0 & r_s + p \cdot L_s + 1/p \cdot C & 0 & p \cdot L_m \\ p \cdot L_m & -\omega_r \cdot L_m & r_r + p \cdot L_r & -\omega_r \cdot L_r \\ \omega_r \cdot L_m & p \cdot L_m & \omega_r \cdot L_r & r_r + p \cdot L_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{qs} \\ i_{ds} \\ i_{qr} \\ i_{dr} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} V_{cq0} \\ V_{cd0} \\ K_q \\ K_d \end{bmatrix} \quad (4.15)$$

gde su:

K_d i K_q - konstante koje predstavljaju indukovani napon duž d i q ose, koji se javlja usled remanentnog magnetnog fluksa u jezgru.

V_{cd0} i V_{cq0} - naponi na kondenzatorima.

Posle niza matematičkih operacija dolazi se do jednačina koje daju vrednost struja samopobudnog asinhronog generatora u dq domenu [6]. Date jednačine su predstavljene u matricnoj formi, izraz 4.16.

$$p \begin{bmatrix} i_{qs} \\ i_{ds} \\ i_{qr} \\ i_{dr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -L_r \cdot r_s & -L_m^2 \cdot \omega_r & L_m \cdot r_r & -L_m \omega_r \cdot L_r \\ L_m^2 \cdot \omega_r & -L_r \cdot r_s & L_m \omega_r \cdot L_r & L_m \cdot r_r \\ L_m \cdot r_s & L_m \omega_r \cdot L_s & -L_s \cdot r_r & L_s \omega_r \cdot L_r \\ -L_m \omega_r \cdot L_s & L_m \cdot r_s & -L_s \omega_r \cdot L_r & -L_s \cdot r_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{qs} \\ i_{ds} \\ i_{qr} \\ i_{dr} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} L_m K_q - L_r V_{cq} \\ L_m K_d - L_r V_{cd} \\ L_m V_{cq} - L_r K_q \\ L_m V_{cd} - L_r K_d \end{bmatrix} \quad (4.16)$$

5. ZAKLJUČAK

Energija vetra je obnovljivi izvor energije koji najviše obećava. U poslednjih četrdeset godina, na globalnom nivou, proizvodnja električne energije iz energije vetra je doživela široku primenu. Tokom tog perioda došlo je do značajnog razvoja tehnologije za iskorišćenje energije vetra.

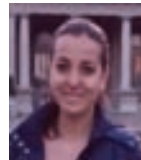
Na osnovu podele vetroelektrana, prema tipu generatora koji se koristi u njihovoj izvedbi, može se zaključiti da topologije sa asinhronim generatorom imaju široku primenu. Vetroelektrane se asinhronim generatorom nude neke prednosti kao što su: konstrukcija bez četkica, robusna konstrukcija, imaju relativno male zahteve za održavanje i nižu cenu u odnosu na sinhronu mašinu. Upotreba samopobudnog asinhronog generatora predstavlja adekvatno rešenje za proizvodnju električne energije iz energije vetra, u slučaju napajanja izolovanih potrošačkih područja gde reaktivna energija nije dostupna iz mreže. Na ovaj način je moguće obezbediti i napajanje velikog broja ruralnih područja koja nemaju pristup javnoj distributivnoj mreži.

U ovom radu detaljno je prikazan način matematičkog modelovanja asinhronne mašine. Na osnovu ovoga, izveden je matematički model samopobudnog asinhronog generatora. Izvedeni matematički model je pogodan za računarsku analizu i na osnovu njega moguće je napraviti računarski model u Matlab/Simulink okruženju. Na osnovu simulacija, koje bi bile sprovedene, mogu da se vrše dalje analize i da se proučavaju karakteristike samopobudnog asinhronog generatora u različitim radnim režimima.

6. LITERATURA

- [1] Željko Đurišić, „Vetroelektrane“, Elektrotehnički fakultet, Beograd 2015.
- [2] <http://www.gwec.net/publications/global-wind-report>.
- [3] <http://www.vjetroelektrane.com/aktualno>.
- [4] D. Popović, Z. Gorečan, J. Dujić, V. Vasić, V. Perić, „Modelovanje u elektroenergetici“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2011.
- [5] V. Vučković, „Opšta teorija električnih mašina“, Nauka, Beograd, 1992.
- [6] Ofualagba G., Ubeku E.U „Fundamental and Advanced Topics in Wind Power“, Federal University of Petroleum Resources, Effurun, Nigeria, 2011.

Kratka biografija:



Jela Bošnjak rođena je u Bileći 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranila je 2016. god.



Boris Dumnić rođen je u Bileći, R. Srpska, 1976. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2013. god. Oblast interesovanja su elektromotorni pogoni, energetska elektronika i obnovljivi izvori električne energije.

IMPLEMENTACIJA I TESTIRANJE TEHNIKE UPRAVLJANJA PRETVARAČEM POVEZANIM NA ELEKTRIČNU MREŽU

IMPLEMENTATION AND TESTING OF CONTROL TECHNIQUE FOR POWER GRID CONNECTED CONVERTER

Milan Pecelj, Boris Dumnić, Bane Popadić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – Tema ovog rada je implementacija i testiranje tehnika za upravljanje pretvaračem povezanim na mrežu. Model pretvarača energetske elektronike implementiran je u Matlab simulacionom okruženju i upotrebljen je za proveru predloženih tehnika upravljanja kroz seriju simulacija. Upravljački algoritmi realizovani su i na eksperimentalnoj postavci radi verifikacije rezultata dobijenih simulacijama. Eksperimentalni rezultati potvrdili su simulacione rezultate, a zahtevi postavljeni pred tehnike upravljanja pretvaračem su u potpunosti ispunjeni.

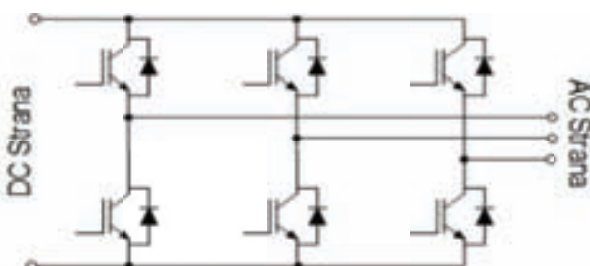
Abstract – The topic of this paper is implementation and testing of control techniques for a grid connected converter. The converter model is implemented using Matlab simulation environment and used for verification of the proposed control methods through a series of simulation. The control algorithms are implemented on a laboratory prototype to verify results obtained through simulations. Simulation results correlated well with experimental results with control techniques requirements fully met.

Ključne riječi: Tehnike upravljanja, pretvarač energetske elektronike, pretvarač povezan na električnu mrežu

1. UVOD

U novije vreme sve veće potrebe čovečanstva za energijom, kao i zabrinutost zbog stalnog porasta zagađenosti životne sredine, doveli su do popularizacije obnovljivih i distribuiranih izvora električne energije [1]. Kao jedno od najboljih rešenja za povezivanje ovakvih izvora sa električnom mrežom javlja se pretvarač energetske elektronike.

Osnovna topologija pretvarača kojom se bavi ovaj rad je trofazni mostni pretvarač čija je šema prikazana na slici 1.1.

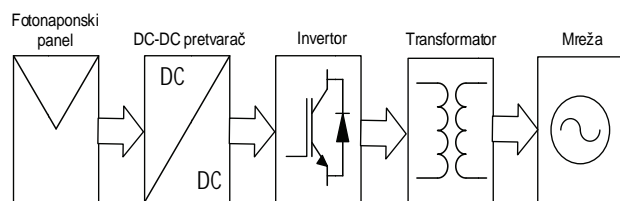


Slika 1.1. Šema trofaznog mostnog pretvarača

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Boris Dumnić, doc.

Pretvarač povezan na mrežu primenjuje se u raznovrsnim aplikacijama distribuiranih izvora energije kao što su: vetroelektrane, solarne elektrane, mikroturbine, sistemi skladištenja energije u baterijama i zamajcima itd [2]. Kao primer, na slici 1.2 data je blok šema fotonaponske elektrane, tipičnog distribuiranog izvora električne energije.



Slika 1.2. Blok šema fotonaponske elektrane

Za priključenje na mrežu, distribuirani izvori energije moraju ispuniti posebne uslove. Ovi uslovi se prvenstveno odnose na uticaj distribuiranih izvora na kvalitet energije u mreži. Mnoge evropske i svetske države sa velikim učešćem distribuiranih izvora energije imaju sopstvene standarde i preporuke koje se bave kvalitetom energije koju isporučuju ovakvi izvori. Ovi standardi i preporuke objedinjeni su pod zajedničkim nazivom *zahtevi mreže* (eng. *Grid Codes – GC*) [3].

2. MATEMATIČKI MODEL PRETVARAČA POVEZANOG NA MREŽU

Prilikom izvođenja matematičkog modela polazi se od šeme na kojoj je pretvarač, prikazan na slici 1.1, povezan na električnu mrežu koja je predstavljena idealnim naponskim izvorom (U_a, U_b i U_c) te trofaznom otpornošću R i induktivnošću L . Izvođenjem se dolazi do usrednjenog modela ovog sistema u sinhrono rotirajućem koordinatnom sistemu datog jednačinama 2.1 i 2.2 [4]:

$$\tau_{el} \cdot \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} = -r \cdot \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & x \\ -x & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} d_d \\ d_q \end{bmatrix} \cdot \overline{u_{dc}} - \begin{bmatrix} \overline{u_d} \\ \overline{u_q} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

$$\overline{i_{dc}} = [d_d \quad d_q] \cdot \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

gde su:

d_d, d_q – faktori ispunje,

$\tau_{el} = \frac{L}{Z_B}$ – električna vremenska konstanta,

$r = \frac{R}{Z_B}$ – normalizovana vrednost otpornost mreže,

$\overline{i_d}, \overline{i_q}$ – usrednjene vrednosti struja u d i q osi,

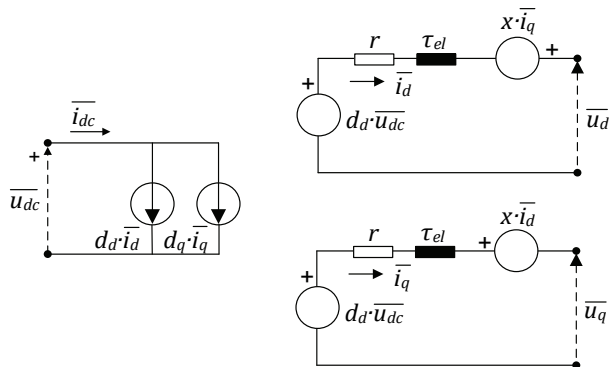
$\overline{u_d}, \overline{u_q}$ – usrednjene vrednosti napona mreže po d i q osi,

$\overline{i_{dc}}$ – usrednjena vrednost struje pretvarača u DC kolu,

$\overline{u_{dc}}$ – usrednjena vrednost napona pretvarača u DC kolu,

$$x = \omega_s \cdot \tau_{el} = \omega_s \cdot \frac{L}{Z_b}$$

Na osnovu matematičkog modela, nacrtana je ekvivalentna šema usrednjenog modela pretvarača po d i q osi, slika 2.1.



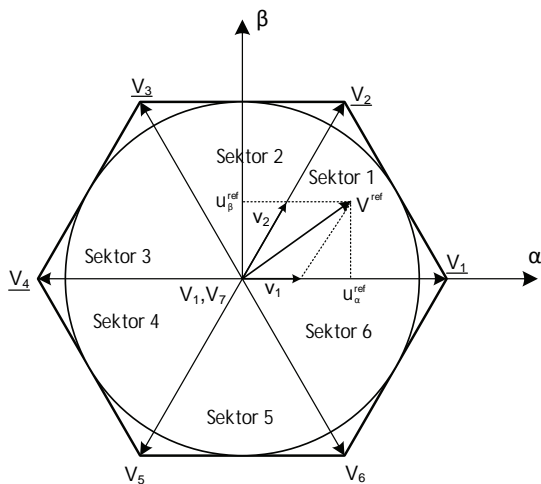
Slika 2.1. Ekvivalentna šema usrednjenog modela pretvarača u sinhrono rotirajućem koordinatnom sistemu

3. TEHNIKA MODULACIJE PROSTORNIM VEKTOROM – SVPWM TEHNIKA

Savremeno upravljanje uređajima energetske elektronike vrši se primenom neke od tehnika impulsno širinske modulacije (eng. *Pulse Width Modulation – PWM*). Po značaju za temu ovog rada izdvaja se tehnika modulacije prostornim vektorom (SVPWM tehnika) pa će osnove ove tehnike biti objašnjene u nastavku.

Postoji ukupno 8 (2^3) prostornih vektora (fazora), odnosno mogućih potpuno kontrolisanih stanja trofaznog pretvarača. SVPWM tehnika tokom PWM periode kombinuje te vektore tako da se dobije željena srednja vrednost napona na izlazu pretvarača [5].

Dva nulta vektora \underline{V}_0 i \underline{V}_7 nalaze se u koordinatnom početku $\alpha\beta$ koordinatnog sistema. Preostalih 6 vektora $\underline{V}_1 - \underline{V}_6$ obrazuju šestougao s centrom u koordinatnom početku, slika 3.1.



Slika 3.1. Dijagram prostornih vektora

Za referencu se ima prostorni vektor \underline{V}^{ref} koji se dobija kao kombinacija 8 raspoloživih prostornih vektora. Maksimalna vrednost linijskog napona koja se može ostvariti bez izobličenja postiže se kad je referentni prostorni vektor jednak poluprečniku upisanog kruga. Ova vrednost data je izrazom 3.1.

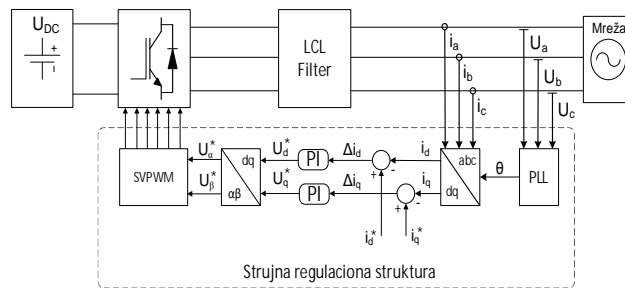
$$U_{lmax} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{U_{dc}}{\sqrt{3}} \approx 0,707 \cdot U_{dc} \quad (3.1)$$

4. STRATEGIJE UPRAVLJANJA PRETVARAČEM POVEZANIM NA MREŽU

U cilju postizanja visokih performansi pretvarača, vremenom su razvijene različite upravljačke strategije, a sve imaju neke zajedničke ciljeve kao što su: isporuka aktivne i reaktivne snage u mrežu, sinhronizacija pretvarača s mrežom i postizanje zahtevanog kvaliteta isporučene energije [5].

4.1. PI regulatori struje

Regulacija struje koju pretvarač injektira u električnu mrežu najčešće se vrši primenom klasičnog PI regulatora. PI regulator je zapravo poseban slučaj PID regulatora kod kojeg nemamo diferencijalnog dejstva. Ovi regulatori zahtevaju rad sa jednosmernim veličinama pa se regulacija struje pretvarača odvija u sinhrono rotirajućem koordinatnom sistemu. Šema upravljačke strukture pretvarača sa PI regulatorima data je na slici 4.1.



Slika 4.1. Topologija upravljačke strukture pretvarača povezanog na mrežu sa PI regulatorima d i q komponenti struja

Zadate referentne vrednosti struje po d i q osi porede se sa stvarnim vrednostima dobijenim merenjem na izlazu. Kao rezultat dobija se signal greške koji se vodi na ulaz PI regulatora. PI regulator teži da signal greške svede na nulu. Na svom izlazu PI regulator generiše upravljačke promenljive, tj. referentne vrednosti napona u pojedinim osama. Prenosna funkcija PI regulatora data je izrazom 4.1.

$$PI = K_p \cdot \left(1 + \frac{1}{T_i s}\right) = K_p \cdot \frac{1 + T_i s}{T_i s} \quad (4.1)$$

3.2. Podešavanje parametara PI regulatora

Da bi se izbegao neplanski pristup eksperimentalnom podešavanju PI regulatora, razvijene su mnogobrojne metode za sintezu parametara koje se temelje na teorijskim analizama i praktičnim ispitivanjima [6]. Po svojoj rasprostranjenosti izdvajaju se metode modulnog i simetričnog optimuma kao i eksperimentalna Ziegler-Nichols metoda.

U Ziegler-Nichols proceduri koja je korištena u ovom radu najpre se dejstvo regulatora svede samo na proporcionalno. Sistem se pobuđuje odskočnim signalom, a K_p se povećava u malim iznosima dok se sistem ne dovede na granicu stabilnosti što se detektuje pojavom prostoperiodičnih neprigušenih oscilacija u odzivu. Ovim se eksperiment završava. Pamte se vrednosti pojačanja za koje je sistem počeo da osciluje K_{pkr} (kritično pojačanje), kao i perioda oscilacija T_{kr} . Ziegler i Nichols su ponudili

tabelu pomoću koje se, na osnovu ovih veličina određuju vrednosti parametara regulatora, tabela 4.1.

Tabela 4.1. *Određivanje parametara PI regulatora po Ziegler-Nichols metodi*

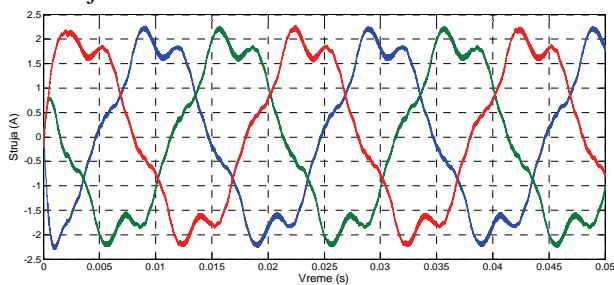
Tip regulatora	K_p	T_i	T_d
P	$0.55 \cdot K_{pkr}$		
PI	$0.35 \cdot K_{pkr}$	$1.25 \cdot T_{kr}$	
PID	$0.6 \cdot K_{pkr}$	$0.8 \cdot T_{kr}$	$0.2 \cdot T_{kr}$

5. SIMULACIONI MODEL PRETVARAČA I REZULTATI SIMULACIJA

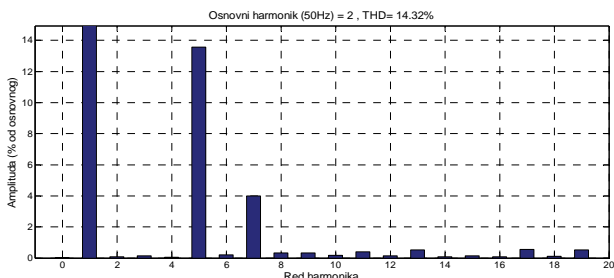
Kako bi se proverile performanse implementiranog upravljanja pretvaračem, izvršene su simulacije na računarskom modelu.

Na osnovu topološke strukture sa slike 4.1, u programskom paketu *Matlab/SimPowerSystems* napravljen je računarski model pretvarača na kojem su sprovedene simulacije.

Struje koje pretvarač sa implementiranom SVPWM tehnikom injektuje u mrežu date su na slici 5.2, a njihov harmonijski sastav na slici 5.3.



Slika 5.2. *Talasni oblici faznih struja pretvarača*

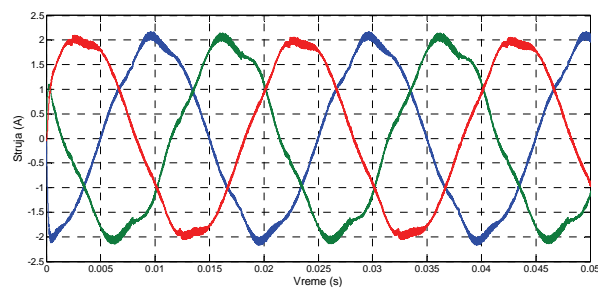


Slika 5.3. *Harmonijski sastav fazne struje pretvarača*

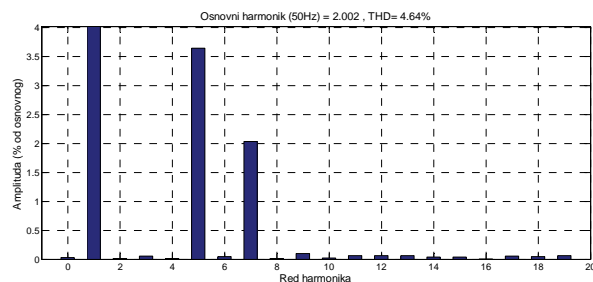
Obzirom na visok stepen harmonijskog izobličenja struje, koji uzrokuje neželjene efekte prilikom rada na mreži, neophodno je implementirati tehnike za kompenzaciju harmonika. U harmonijskom spektru strujnog signala prikazanom na slici 5.3 ističu se peti i sedmi harmonik za koje će biti i sprovedena kompenzacija.

Nakon uspešne implementacije tehnika za kompenzaciju viših harmonika (petog i sedmog), fazne struje imaju oblik prikazan na slici 5.4. Harmonijski sastav dobijenih struja dat je na slici 5.5.

Poređenjem slike 5.5 sa slikom 5.3 primetno je značajno sniženje vrednosti petog i sedmog harmonika, a kao rezultat toga, javlja se i značajan pad vrednosti ukupnog harmonijskog izobličenja. Ovakve struje ispunjavaju zahteve propisane standardima pa se može konstatovati da su kompenzacija harmonika kao i kompletno upravljanje pretvaračem realizovani uspešno.



Slika 5.4. *Talasni oblici faznih struja pretvarača sa implementiranom kompenzacijom harmonika*



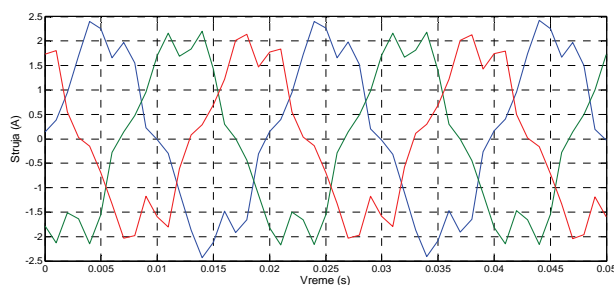
Slika 5.5. *Harmonijski sastav fazne struje pretvarača sa implementiranom kompenzacijom harmonika*

6. REZULTATI EKSPERIMENTA

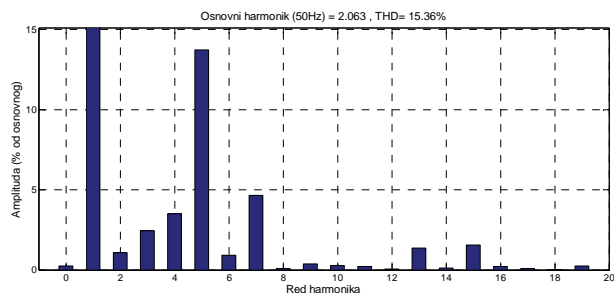
Postizanjem dobrih rezultata na računarskom modelu invertora stvorena je dobra osnova za njegovo eksperimentalno ispitivanje kojim bi trebalo da budu verifikovani simulacijama dobijeni rezultati.

Eksperimentalna verifikacija izvedena je na modernoj istraživačkoj stanici za elektromotorne pogone i pretvarače razvijenoj na Katedri za energetsku elektroniku i pretvarače [7].

Kao i kod simulacija, najpre je urađen eksperiment upravljanja pretvaračem povezanim na mrežu bez realizovane kompenzacije harmonika. Fazne struje na izlazu pretvarača i harmonijski spektar jedne od njih prikazani su na slikama 6.1 i 6.2, respektivno.



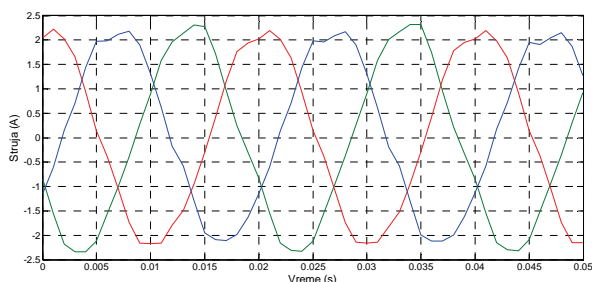
Slika 6.1. *Talasni oblici faznih struja pretvarača*



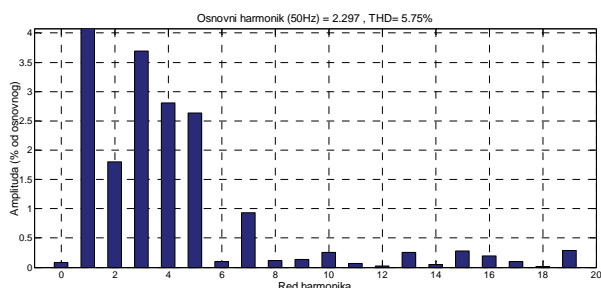
Slika 6.2. *Harmonijski sastav fazne struje pretvarača*

Eksperiment potvrđuje rezultate simulacija. Dobijene struje imaju visok stepen harmonijskog izobličenja pa se u strujnu regulacionu konturu dodaje kompenzacija harmonika.

Nakon implementirane kompenzacije, struje na izlazu pretvarača imaju talasne oblike i harmonijski spektar prikazani na slikama 6.3 i 6.4, respektivno.



Slika 6.3. Talasni oblici faznih struja pretvarača sa kompenzacijom harmonika



Slika 6.4. Harmonijski sastav faze struje pretvarača sa kompenzacijom harmonika

Rezultati prikazani slikama 6.3 i 6.4 potvrđuju rezultate simulacije. Kompenzacija je dala rezultate pa su peti i sedmi harmonik svedeni na prihvatljive vrednosti, ali je ona izazvala i neznatno povećanje trećeg harmonika. Ipak, najbitnija činjenica je da sada injektovane struje u potpunosti ispunjavaju uslove propisane EN 61000-3-2 standardom koji je merodavan u najvećem broju zemalja. Prema tome, pretvarač postiže zadovoljavajuće performanse kada se govori o struji isporučenoj u mrežu.

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu obrađena je jedna od mogućih strategija upravljanja pretvaračem povezanim na mrežu. Opisana je topologija pretvarača kao i njegova oblast primene te je dat njegov matematički model. Data je suština korištene tehnike impulsno širinske modulacije i obrađene su osnove primenjenih strategija upravljanja. Realizovan je računarski model pretvarača.

Simulacije sprovedene na modelu pokazale su da se realizovanim upravljanjem ostvaruju dobri rezultati. Naposljetku je urađena i eksperimentalna provera na laboratorijskoj postavci.

Eksperiment je u potpunosti potvrdio rezultate dobijene simulacijama. I simulacioni i eksperimentalni rezultati pokazuju da aplikacija ispunjava sve propisane zahteve pa se može konstatovati da je upravljanje pretvaračem povezanim na mrežu uspešno implementirano.

8. LITERATURA

- [1] „Renewable Energy Market Analysis“, International Renewable Energy Agency – IRENA, www.irena.org, 2016.
- [2] Blaabjerg F., et al., „Trends in Power Electronics and Control of Renewable Energy Systems“, 14th International Conference on Power Electronics and Motion Control, EPE-PEMC 2010, K1-K19, Metopol Lake Resort Ohrid, Macedonia, 6-8 September 2010.
- [3] S. Piasecki, M. Jasiński, K. Rafał, M. Korzeniewski, A. Milicua, „Higher Harmonics Compensation in Grid-Connected PWM Converters for Renewable Energy Interface and Active Filtering“, Przegľad Elektrotechniczny (Electrical Review), ISSN 0033-2097, R. 87 NR 6/2011
- [4] V. Katić, I. Kapetanović, V. Fuštić, „Obnovljivi izvori električne energije“, Novi Sad, Jun 2007.
- [5] B. Dumnić, B. Popadić, D. Milićević, V. Katić, Z. Čorba, „Control of Grid Connected Converter with Improved Power Quality Characteristics“, Proceedings of PCIM Europe 2015 Conference, May 2015.
- [6] Byung-Geuk Cho, Seung-Ki Sul, Yoo, H., Seung-Min Lee, „LCL filter design and control for grid-connected PWM converter“, IEEE 8th International Conference on Power Electronics and ECCE Asia (ICPE & ECCE), vol., no., pp.756,763, May 30 - June 3, 2011.
- [7] B. Dumnić, „Upravljanje pogonom sa asinhronim generatorom i dvostrukim pretvaračem povezanim na mrežu“, doktorska disertacija, FTN Novi Sad, 2013.

Kratke biografije:



Milan Pecelj rođen je u Trebinju 1989. godine. Diplomirao je 2014. godine na Fakultetu tehničkih nauka. Na istom fakultetu master rad iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2016.god.



Boris Dumnić rođen je u Bileći, R. Srpska, 1976. god. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2013. god. Oblast interesovanja su elektromotorni pogoni, energetska elektronika i obnovljivi izvori električne energije.



Bane Popadić rođen je u Doboju 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2012.god..

SISTEM ZA MERENJE ZAGAĐENJA ŽIVOTNE SREDINE BAZIRAN NA RASPBERRY PI MINI RAČUNARU**SYSTEM FOR MEASURING AIR POLLUTION BASED ON RASPBERRY PI MINI PC**Ivan Jokić, Vladimir Rajs, Živorad Mihajlović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljen je sistem merne stanice za merenje atmosferskih zagađenja. Sistem je pravljjen tako da se lako može premeštati i ukolpiti u postojeću infrastrukturu. Predstavljeni su i prvi rezultati testiranja na terenu u realnim uslovima.

Abstract – In this work is presented measuring system for observing living environment and measuring gases which are main cause of air pollution. System is made to easily can be relocated and integrated in existing infrastructure. Also first result of testing on field are presented.

Ključne reči: merni sistem, aero zagađenja, senzori

1. UVOD

Efekat globalnog zagrevanja se odigrava širom planete, tako da se svetska populacija suočava sa narastajućim i verovatno jednim od najvažnijih egzistencijalnih problema.

Najveći uticaj na pojavu efekta staklene bašte i na zagađivanje životne okoline imaju gasovi poput sumpordioksida (SO₂), ugljenmonoksida (CO), ugljen-dioksida (CO₂), azot-monoksida (NO), azot-dioksida (NO₂). Do zagađenja vazduha dolazi kada se gasovi i mikroskopske čestice čađi i prašine oslobađaju u zemljinu atmosferu, što izaziva promenu prirodnog odnosa i koncentracije sastavnih komponenti vazduha.

Prvi korak ka rešavanju ovog problema je praćenje parametara životnog okruženja. Praćenje kvaliteta životne sredine predstavlja sistematsko merenje parametara zagađenja životne sredine. Prema dostupnim podacima sa mernih mesta o stanju životne sredine dobija se jasan uvid u promene kvaliteta životne sredine, emisije zagađujućih materija.

Broj mernih stanica na teritoriji gradova u Srbiji, s obzirom na veliku aktivnost zagađivača u urbanim sredinama, nije dovoljan. Jedno od rešenja je konstantno merenje koncentracije gasova i atmosferskih uslova u realnom vremenu sa mobilne merne stanice. Prednost udaljenih merenja je u tome što čovek ne mora biti fizički prisutan na samom mestu merenja [1].

U ovom radu je dat opis jednog uređaja za merenje osnovnih gasova koji su glavni uzrok aerozagađenja. Krajnji cilj ovog rada je konstrukcija univerzalne merne stanice za praćenje parametara životnog okruženja u gradskoj sredini, koja može biti infiltrirana u već postojeće gradske infrastrukture.

NAPOMENA:

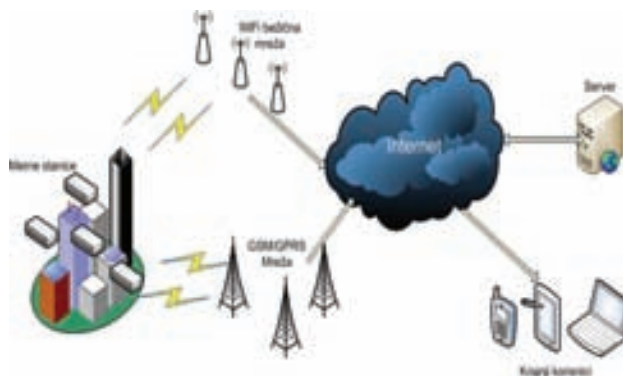
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Rajs.

2. VRSTE MERNIH STANICA

Osnovna podela mernih stanica za praćenje parametara životne sredine je na:

- mobilne merne stanice
- stacionarne merne stanice

Merne stanice koje šalju svoje podatke uglavnom bežičnim putem i čija lokacija nije fiksna, ili se veoma brzo može promeniti, nazivaju se mobilne merne stanice. Tipični sistem sa mobilnom mernom stanicom je prikazan na slici 1.



Slika 1. Mobilni merni sistem

Stacionarni merni sistem se najviše razlikuje od mobilnog u nepostojanju GPS i GSM/GPRS modema, kao i izvoru napajanja koji je najčešće iz gradske električne mreže. Ranije su se podaci najčešće prenosili putem paralelnog ili serijskog porta, a u novije vreme se podaci prenose putem WiFi-a ili ethernet-a na udaljene lokacije.

3. HARDVERSKA REALIZACIJA UREĐAJA

Merna stanica se sastoji od 3 glavna dela:

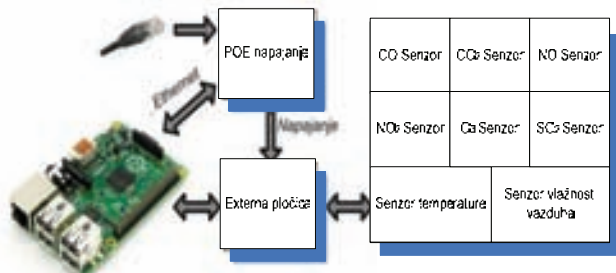
- Napajanje
- Glavna ploča
- Senzori

Komponente koje se nalaze na glavnoj ploči, poput mikrokontrolera ili memorije i napajanje se mogu uzeti kao celina koja znatno olakšava dalju konstrukciju uređaja. Neki od proizvođača koji mogu da posluže za pravljenje mobilne merne stanice su: *Arduino*, *Raspberry Pi*, *Intel Galileo* itd. Svi ovi proizvođači u suštini predstavljaju mini računare. Njihova arhitektura je veoma slična klasičnom PC-ju. Prednost je što se na njih prilično lako mogu povezati neke, za klasične računare nekarakteristične, periferijske komponente. Za korišćenje u ovom radu izabran je *Raspberry Pi*. Glavni razlozi za ovakav izbor su niska cena uređaja (oko 35-40e) i operativni sistem koji ga pokreće (Linux).

S obzirom na izabran *Raspberry Pi*, predložena arhitektura *Raspberry Pi* merne stanice (u daljem tekstu *RRi* merna stanica) je data na slici 2.

Glavni delovi sistema su:

- *Raspberry Pi* Model B+
- Eksterna pločica za prilagođavanje naponkih nivoa i obradu podataka
- Napajanje realizovano preko *PoE Splitter*-a
- Senzorske pločice



Slika 2. Blok šema *Raspberry Pi* merne stanice

3.1. Raspberry Pi

U radu je korišćen *Raspberry Pi* Model B+ [2], koji ima 10/100 ethernet port i može da se poveže na internet preko bežične mreže uz pomoć WiFi adaptera. Sistemski fajlovi se nalaze na *microSD* kartici pa može lako da se pripremi i pokrene nekoliko različitih programa na istom hardveru. Četiri integrisana porta mogu dati izlaz do 1,2A i omogućavaju da se na *RPi* Model B+ povežu jači USB uređaji. Ovo zahteva struju od 2A i mikro USB napajanje. Niskonaponske periferije čine ga pogodnim za modifikacije hardvera. Naime, *RPi* Model B+ poseduje 40-pinski konektor sa ulazno-izlaznim pinovima (GPIO pinovi). Prorod konektora *GPIO* pinova je 2,54mm i omogućujava pristup za senzore i uređaje čija konekcija ide preko *UART*, *I²C*, *SPI* porta.

3.2. Eksterna pločica za prilagođavanje naponkih nivoa i obradu podataka

Eksterna pločica se povezuje na *RPi* preko *GPIO* pinova. Jedna od uloga eksterne pločice je da prilagodi naponske nivoe tako da odgovaraju senzorskim pločicama. U tu svrhu se koristi integrisano kolo *TXS0108*. Na pločici postoji sedam *I²C* konektora za povezivanje senzorskih pločica. Takođe sadrže dva analogna ulaza koji se mogu iskoristiti za senzore sa analognim izlazom. Ti ulazi su povezani na 16-bitni analogno-digitalni konvertor (*ADC*) sa oznakom *MCP3428*. Ovaj čip ima *I²C* interfejs za konfigurisanje i prenos podataka. *ADC* je zalemljen na eksternu pločicu i njegove *I²C* adrese se mogu podesiti preko specijalnih pinova

3.3. Napajanje

Napajanje *RPi* merne stanice može se podeliti na 2 dela: napajanje za *RPi* i napajanje za senzorske pločice. Kao izvor napona se koristi *Power over Ethernet (PoE) Splitter* *TL-PoE10R*. Ovaj *TP-Link*-ov komercijalni proizvod može na izlazu da daje napon od 5V, 9V ili 12V. Maksimalna snaga je 10W. Napon koji nama odgovara je 9V, koji daje 1,11A na izlazu što je dovoljno za pouzdan rad *RPi*-a. Niskošumno napajanje je napravljeno pomoću *Texas Instruments* *TPS79650* čipa. Ulazni napon je 5,25V sa *DC-DC* konvertora (napajanje za *RPi*), a na izlazu se

dobija stabilnih 5V za napajanje osetljivih senzorskih pločica.

4. SENZORI

Senzorski deo sadrži više različitih vrsta senzora. Najviše je senzora za merenje koncentracije gasova u atmosferi. Senzori koji se koriste za merenje koncentracije gasova rade na sledećim principima detekcije: [1]

- Katalitički princip detekcije
- Elektrohemijski princip
- Poluprovodnički princip detekcije
- Detekcija na osnovu principa apsorpcije infracrvenih zraka

U izradi *RPi* merne stanice korišćeni su elektrohemijski senzori i senzori bazirani na principu apsorpcije infracrvenih zraka.

4.1. Elektrohemijski senzori

Elektrohemijski senzori (prikazane konstrukcije na slici 3.) rade na principu reakcije sa gasom koji nas interesuje, proizvodeći električni signal proporcionalan koncentraciji gasa. Gas koji difunduje kroz barijeru reaguje na površini senzorske elektrode koristeći ili oksidacioni ili redukcionni mehanizam



Slika 3. Konstrukcija elektrohemijskog senzora

Alphasense je nedavno lansirao novu seriju elektrohemijskih gasnih senzora sa oznakom B4, koji su dizajnirani za posmatranje kvaliteta vazduha, sa rezolucijom u malom ppb opsegu. Kada gas prolazi kroz senzor dolazi ili do oksidacije (*CO*, *H₂S*, *NO*) ili redukcije (*O₃*, *NO₂*), na radnoj elektrodi. Ove hemijske reakcije generišu struju koja je proporcionalna koncentraciji gasa u vazduhu.

Svaki senzor se postavlja na zasebnu senzorsku pločicu, koja sadrži opreacioni pojačavač koji obezbeđuje struju za balansiranje brojačke electrode. Radna i *auxiliary* electrode su takođe povezane sa dvostepenim operacionim pojačavačima koji pretvaraju stuju senzora u napon.

Elektrohemijski senzori zahtevaju veoma malo energije za rad. Zapravo, njihova potrošnja je najniža od svih tipova senzora dostupnih za merenje koncentracije gasova. Zato se ovi senzori široko koriste kod prenosivih instrumenata koji sadrže više senzora. Životni vek elektrohemijskog

senzora zavisi od nekoliko faktora, uključujući detektovani gas i spoljašnje uslove u kojima se senzor koristi. U praksi, životni vek jako zavisi od ukupne količine gasova kojima je senzor izložen tokom radnog veka, kao i od spoljašnjih uslova (temperatura, pritisak i vlažnost).

4.2. Gasni senzori bazirani na apsorpciji infracrvenih zraka

Kod većine tipova senzora, sam senzor je direktno izložen gasovima. Glavna prednost senzora koji koristi IC izvor je ta što detektor ne dolazi u direktnu interakciju sa gasovima koji se detektuju, tj gasni molekuli reaguju samo sa svetlosnim snopom. Samo je ćelija za uzorkovanje i njene komponente direktno izložena toku gasa koji se uzorkuje. Kompleksnost gasnih molekula određuje broj apsorpcionih pikova. Što više atoma sačinjava molekul, više apsorpcionih opsega će se pojaviti. Oblast u kojoj se pojavljuje apsorpcija, količina apsorpcije i specifični karakter apsorpcione krive je jedinstven za svaki gas. Molekuli gasa se mogu identifikovati upotrebom njihovih apsorpcionih karakteristika. U primenama za gasni monitoring samo jedna specifična apsorpciona oblast se koristi za kvantitativno određivanje gasne koncentracije. Talasne dužine u ovoj oblasti su između 2 i 15 mikrometara. Ugljen-dioksid apsorbuje svetlosni talas na 4,26 mikrometara, dok ugljen-monoksid apsorbuje svetlosni talas na 4,7 mikrometara. [3]

4.3. Senzorski blok

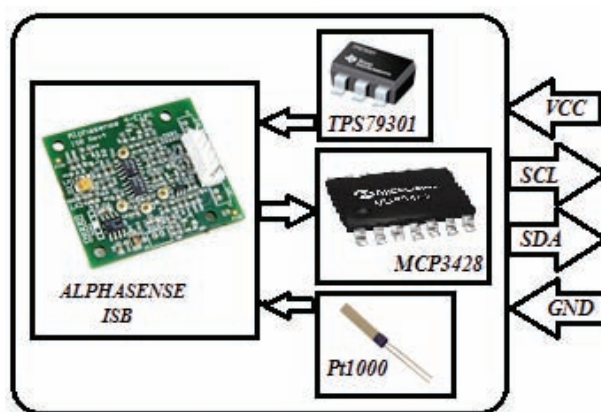
U senzorskom bloku nalaze se sledeći senzori:

- senzor za merenje temperature i vlažnosti vazduha SHT71,
- senzor za merenje atmosferskog pritiska MPL3115,
- senzor za merenje koncentracije ugljen-monoksida CO-B4,
- senzor za merenje koncentracije ugljen-dioksida CO₂-B4,
- senzor za merenje koncentracije azot-dioksida NO₂-B4,
- senzor za merenje koncentracije sumpor-dioksida SO₂-B4,
- senzor za merenje koncentracije azot-monoksida NO-B4,
- senzor za merenje koncentracije ozona O₃-B4.

Rpi merne stanice su napravljene tako da je senzorski blok modularan, što je od velikog značaja prilikom rada merne stanice na terenu. Ako neki od senzora nije u funkciji lako se može zameniti novim senzorom.

4.4. Senzorske pločice za elektrohemijske senzore

Alphasense senzori imaju najbolje performanse kada se koriste zajedno sa ISB pločicama, koje su specijalno za njih dizajnirane tako da se što više smanji uticaj šuma. Alphasense ISB pločice imaju analogni izlaz koje treba da se digitalizuje sa analognog-digitalnim konvertorom visoke rezolucije. U nameri da se minimalizuje uticaj šuma i olakša korišćenje alphasense gasni senzora, dizajnirana je nova pločica RPi-ISB, čija je blok šema prikazana na slici 4. Razlika je u tome što nova pločica ima na pcb-u 16-bitni ADC, temperaturni senzor za kompenzaciju i dodatne filtere za napajanje.



Slika 4. Blok šema RPi-ISB pločica

Napajanje ADC je niskošumni napon od 5V sa eksterne pločice. Pošto ADC koristi I²C protokol, a alphasense-ovo kolo za obradu je analogni, neophodni su filteri između ta dva dela. Kao prvo poligoni mase u donjem sloju su fizički razdvojeni, a sadrže i kolo sa feritnim elementom za filtriranje visokih frekvencija. Osim filtera sa feritnim elementom dodat je i LDO (eng. Low-Dropout Regulator). Kao LDO upotrebljen je Texas Instruments TPS79301 čip. Alphasense ISB pločica ima analogni izlaz za radnu elektrodu (WE) i auxiliary elektrodu (AE). Na RPi-ISB pločici analogni signali se digitalizuju direktno na pločici, tako da se dalje prenose digitalni signali koji su otporniji na smetnje. Za digitalizaciju se koristi 16-bitni ADC čip MCP3428.

Jedan ADC ulaz je upotrebljen za digitalizaciju signal sa Pt1000 temperaturnog senzora. Preko digitalizovane vrednosti se potom računa otpornost Pt1000 i potom se iz tabele očitava temperatura. Pt1000 se montira na kućište gasnog senzora pomoću termalne paste da bi se bolje očitavala temperatura senzora.

5. ALORITAM RADA MERNE STANICE I PRIKAZ PODATAKA

Programski kod je pisan u programskom jeziku C. Na početku rada uređaj vrši podizanje Linux operativnog sistema i inicijalizaciju senzora. Nakon podizanja sistema dobija se IP adresa i uređaj je spreman za rad. Sve ovo traje oko 45 s. Slanje podataka je putem Ethernet-a i TCP/IP protokola. Nakon slanja podataka, uređaj na server šalje i svoju ličnu oznaku, takozvanu MAC adresu, kako bi server mogao da razlikuje merne stanice. Nakon prijema podataka na serveru se vrši obrada istih (nije predmet obrade ovog rada) i potom se mogu videti ti rezultati u tabelarnom obliku. U tabeli 1. dat je primer konkretnih podataka sa jedne merne stanice postavljene u Novom Sadu, u toku marta 2016. godine.

6. KALIBRACIJA MERNE STANICE

Glavni nedostatak korišćenja jeftinih senzora za praćenje kvaliteta vazduha je njihova ograničena tačnost, rezolucija, lošija stabilnost i slaba selektivnost. Za industrijsku primenu, gde se mere velike koncentracije, jeftini senzori za praćenje kvaliteta vazduha su prigodni za korišćenje. Međutim za praćenje vazduha u životnoj sredini, gde se mere niske koncentracije i veoma male promene, jeftini senzori se moraju precizno kalibrirati da bi se dobili ispravni rezultati.

Tabela 1. Podaci sa merne stanice

history_data_id	bus_identifier	timestamp_db	SO ₂ (raw)	SO ₂ (ppm)	NO ₂ (raw)	NO ₂ (ppm)	CO (raw)	CO (ppm)	CO ₂ (raw)
1683704	b8 27 eb 28 b4 aa	3/24/2016 12:00:02	15	56.2	34	107.45	226	0.7526	433
1683698	b8 27 eb 28 b4 aa	3/24/2016 11:58:38	15	56.2	33	110.78	225	0.751	434
1683692	b8 27 eb 28 b4 aa	3/24/2016 11:57:14	14	53.12	31	117.44	225	0.751	434
1683686	b8 27 eb 28 b4 aa	3/24/2016 11:55:51	17	62.36	34	107.45	224	0.7494	435
1683680	b8 27 eb 28 b4 aa	3/24/2016 11:54:27	16	59.28	33	110.78	224	0.7494	434

CO ₂ (ppm)	NO (raw)	NO (ppm)	O ₃ (raw)	O ₃ (ppm)	Humidity (raw)	Humidity (percent)	Pressure (raw)	Pressure (kpa)	Temperature (raw)	Temperature (c)
434	57	104.41	220	60.13	52	55	996	99.5	10	10
434	56	102.58	215	70.58	52	55	996	99.5	10	10
435	64	117.22	221	58.04	51	54	996	99.5	10	10
434	55	100.75	213	74.76	51	54	996	99.5	10	10
434	62	113.56	218	64.31	50	53	996	99.5	10	10

Osim toga, jeftini gasni senzori su nestabilni i zbog starenja senzora moraju se relativno često ponovo kalibrirati. Takođe zbog osetljivosti na okolnu vlažnost i temperature, pri kalibraciji treba uzeti i ove efekte u obzir. Uobičajni postupak kalibracije je da se iskoristi model kalibracije i odgovarajuća merenja iz referentnih stanica koje pružaju tačne vrednosti koncentracija gasova koji se razmatraju.

Kalibracioni model se obično predstavlja sa krivom za kalibraciju predstavljenu polinomom n-tog reda.

Kalibracionu krivu je potrebno podešavati u redovnim intervalima kad su dostupne tačne vrednosti, tokom redovnog postupka kalibracije ili koristeći multi-hop kalibracioni postupak korišćenjem drugih senzora koji su u neposrednoj blizini.

Uticaj starenja odnosi se na nestabilnost statičke karakteristike zbog starenja komponenata senzora. Ovaj efekt primećuje se tek nakon dužeg vremena posle kalibracije.

7. ZAKLJUČAK

S obzirom na veoma ubrzani industrijski razvoj i svakim danom sve veći broj ostvarenih transporta ljudi i robe, što drumskim što avio prevozom, neminovnost je povećanje aerogagađenja čitave planete.

Iako mnoge firme ulažu znatne napore da svoje proizvode naprave tako da što je manje moguće utiču na zagađenje planete to ipak nije moguće promeniti preko noći. Upravo zato je veoma bitno da se vrši što više merenja širom planete koja će nam obezbediti bolje i pouzdanije podatke o uzrocima zagađenja, a dobrim delom i o posledicama tog zagađenja. Zato su nam potrebni što je moguće jeftiniji, a ipak pouzdani, merni instrumenti.

Sistem za praćenje parametara životne sredine, baziran na jeftinim elektrohemijским gasnim sensorima, prikazan u ovom radu ukazuje na opštu arhitekturu sistema. Takođe prikazuje prva merenja koja su obavljena u realnim uslovima i početne praktične probe.

Ono što nije u ovom radu detaljnije opisano su konačni rezultati posle kalibracije koja se radi na serverskoj strani, te će se stoga dalji rad na ovom projektu fokusirati na

kalibracioni algoritam u cilju da se poveća tačnost, uzimajući u obzir nisku stabilnost elektrohemijški gasnih senzora, starenje, unakrsnu osetljivost i uticaj temperature vazduha i vlage na očitavanja.

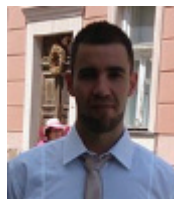
8. LITERATURA

[1] Vladimir Rajs, Doktorska disertacija, "Metode praćenja parametara životne sredine bazirane na pametnim mernim sistemima", Novi Sad, 2015.

[2] Uputstvo za upotrebu i tehničke karakteristike modela raspberry pi. Dostupno na: <http://012lab.com/raspberry-pi-model-b-plus>, jun 2016

[3] <http://www.gasdetekcija.rs/sites/default/files/pdf/infracrveni.pdf>

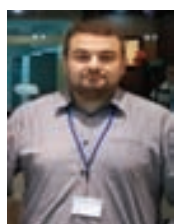
Kratka biografija:



Ivan Jokić rođen je 1985. godine u Novom Sadu. Diplomirao (bachelor) rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Primenjena elektronika odbranio je 2014.god.



Vladimir Rajs rođen je 1982. godine u Apatinu. Diplomirao je 2007, a doktorirao 2015. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Od 2016. godine zaposlen je kao docent na Departmanu za elektroniku, energetiku i telekomunikacije FTN-a. Oblasti interesovanja su mu elektronika i primenjena elektronika.



Živorad Mihajlović rođen je 1981. godine u Kosovskoj Mitrovici. Diplomirao je 2005. na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu. Od 2009. godine zaposlen je kao istraživač saradnik na Departmanu za elektroniku, energetiku i telekomunikacije FTN-a. Oblasti interesovanja su mu elektronika i primenjena elektronika.

**SOFTVERSKO REŠENJE ZA UNAPREĐENJE PROCESA ODOBRAVANJA
GOTOVINSKIH KREDITA FIZIČKIM LICIMA****A SOFTWARE TOOL FOR IMPROVEMENT OF THE APPROVAL PROCESS OF
RETAIL BANKING CASH LOANS**

Robert Šoš, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prezentovan projekat za unapređenje informacionog podsistema za proces odobravanja gotovinskih kredita fizičkim licima. Šema baze podataka je specificirana i implementirana pod SUBP SQL Server 2008 R2. Aplikacija je razvijena u programskom jeziku C#, .NET Framework 4.5.2.

Abstract – In this work we present a project of improving the information subsystem for the approval process of cash loans to individuals. Database schema is specified and implemented under DBMS SQL Server 2008 R2. The application is developed in C#, .NET Framework 4.5.2.

Ključne reči: *Proces odobravanja kredita, unapređenje informacionog sistema, gotovinski krediti, krediti fizičkih lica, retail banking*

1. UVOD

Bankarski sektor igra značajnu ulogu u svakoj državi, bilo da je reč o pružanju finansijskih usluga ili kreditnih proizvoda. Svetska ekonomija se u značajnoj meri oslanja na bankarski sistem. Analizirajući ekonomsku situaciju u zemlji i u svetu, postoji tendencija tržišta za sve većom potražnjom kreditnih proizvoda [1]. Procenat ljudi koji svakodnevnu kupovinu obavljaju negotovinskim načinom plaćanja konstantno raste. Banke nude različite kreditne proizvode, uključujući kreditne kartice, dozvoljena prekoračenja po tekućem računu, čekove i kredite. Svaki od ovih proizvoda ima svoju najbolju primenu, a jedan od najjeftinijih sa stanovništva klijenta su gotovinski krediti.

Dobiti kredit, međutim, nije lako. Ceo proces je dosta kompleksan, često ko aplicira za kredit mora višestruko da poseti ekspozituru, sakuplja raznu dokumentaciju, što sa sobom nosi određeni nivo stresa i nezadovoljstva. Dešava se ponekad i da klijent, zbog kompleksnosti procesa, odustane od kreditnog zahteva, što klijenta ostavlja bez finansijskog rešenja, a banku bez profita. Vodeći se ovom činjenicom, motivacija ovog rada jeste pojednostavljenje procesa odobravanja gotovinskih kredita, a samim tim i povećanje zadovoljstva korisnika.

Ukoliko se postavljeni zadaci ovog rada realizuju i postigne se ostvarenje definisanog cilja, rezultat će biti unapređen proces odobravanja gotovinskih kredita fizičkim licima, odnosno brže i pouzdanije odobravanje kredita, što predstavlja obostranu korist banke i njenih klijenata.

NAPOMENA:

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

Ovakav projekat može se smatrati uspešnim, ukoliko se ostvari poboljšanje u barem jednom od narednih aspekata:

- redukovan vremenski period od trenutka apliciranja do trenutka realizacije,
- smanjenje broja odlazaka u ekspozituru,
- umanjeno brojeva uloga u procesu,
- povećana automatizacija i
- smanjen rizik poslovanja.

Rad je strukturiran tako da osim uvoda, zaključka, literature i biografije sadrži još četiri poglavlja.

U poglavlju 2. opisani su ključni elementi procesa, predstavljeni su učesnici u procesu, njihove uloge i aktivnosti, procesne faze, dokumentacija, kao i zakonske regulative koje uređuju ove aktivnosti.

U poglavlju 3. izvršene su analize postojećeg procesa odobravanja gotovinskih kredita i identifikovana su mesta koja mogu biti predmeti unapređenja. Na kraju poglavlja formiran je spisak funkcionalnosti za unapređenje koji će biti implementiran kroz ovaj rad.

Poglavlje 4. posvećeno je specifikaciji softverskog rešenja za implementaciju unapređenog sistema procesa odobravanja gotovinskih kredita fizičkim licima. U ovom poglavlju predstavljen je konceptualni model šeme baze podataka, arhitektura softverskog rešenja, kao i deo tehničkog nacrtu za implementaciju.

U poglavlju 5. pod naslovom „Aplikacija AdvancedLoans” predstavljeno je softversko rešenje za unapređenje procesa odobravanja gotovinskih kredita fizičkim licima, opis njegovog funkcionisanja, način implementacije, kao i neophodni preduslovi i instrukcije za instalaciju.

2. PROCES ODOBRAVANJA KREDITA

Proces odobravanja kreditnih proizvoda je u velikoj meri regulisan zakonom. Zakon propisuje jasnu proceduru, neophodnu dokumentaciju, način i uslove pod kojim se kredit može odobriti i voditi. Postoje dva zakona koja su od interesa što se tiče procesa odobravanja gotovinskih kredita fizičkim licima, a to su:

- Zakon o zaštiti korisnika finansijskih usluga [2] i
- Zakon o platnim uslugama [3].

Odobrovanje gotovinskih kredita fizičkim licima je kompleksan proces koji zahteva interakciju više učesnika u različitim ulogama. Svaka uloga ima svoje aktivnosti i obavlja unapred definisane zadatke u procesu. Spisak uloga je promenljiv, jedan deo je propisan zakonom, a drugi deo je specifičan za svaku banku. Lista mogućih uloga i kratak opis njihovih aktivnosti je sledeći:

Klijent – fizičko lice u ulozi klijenta banke. Klijent je onaj ko aplicira za kreditni proizvod. Čini jednu od ugovornih strana.

Savetnik za kredite – zaposleni banke, u ulozi savetnika za fizička lica. Komunicira direktno sa klijentom. Pruža osnovne informacije, savetuje i pomaže u izboru najboljeg proizvoda, na osnovu saznanja u razgovoru sa klijentom. Uzima neophodne podatke, i pokreće proces odobravanja kredita. Štampa neophodnu dokumentaciju i potpisuje je u ime i kao predstavnik banke.

Kreditni analitičar – zaposleni banke sa odgovarajućim kompetencijama. Kreditni analitičar je specijalizovana uloga za analizu kreditnog zahteva, procenu rizika i donošenju odluke o zahtevu.

Služba za sprečavanje pranja novca – uloga koja ima zadatak kontrole novčanog toka u cilju identifikacije i sankcionisanja sumnjivih transakcija, odnosno prevencije kreditiranja lica koja su povezana sa ilegalnim radnjama. Odgovornost ove uloge je sprečavanje pranja novca i finansiranje terorizma. Obavljanje ovih kontrola je propisana zakonskom regulativom.

Služba za ocenjivanje klijenta – služba koja se bavi kreditnim rizicima, analizom i procenom klijenta u cilju smanjenja rizika donošenju pozitivne kreditne odluke za klijente koji su rizični po nekom osnovu.

Pravna služba – zadužena je za pripremu i kontrolu dokumentacije.

Služba za pozadinske obrade – vrši finalne kontrole kreditnog zahteva, kao i realizaciju kredita, odnosno puštanje sredstava na račun klijenta.

Faze procesa se mogu definisati kao logičke celine u okviru kompletnog procesa odobravanja kredita, gde jedna uloga vrši jednu ili više aktivnosti iz svog domena, a gde je rezultat tih aktivnosti prevođenje predmetnog zahteva u neku drugu fazu. Promena faze ne znači nužno i promenu uloge. Procesne faze zavise od konkretne implementacije procesa odobravanja kredita, ali su one uglavnom slične u bankama, zbog poštovanja propisa, ili zbog prirode posla. U većini slučajeva, razlike postoje samo u redosledu sprovođenja ovih faza.

Spisak procesnih faza i njihov kratak opis dat je u nastavku:

Formiranje ponude – Zakonom je definisano da je potrebno klijentu uručiti ponudu pre formiranja bilo kakvog kreditnog zahteva. Samim tim ova faza mora biti na samom početku procesa. Formiranje ponude započinje odabirom proizvoda, a završava se potpisivanjem dokumentacije ponude.

Kreiranje zahteva – Nakon što je klijentu uručena ponuda, moguće je realizovati tu ponudu. Rezultat realizacije ponude je formirani zahtev za kredit. Zahtev za kredit smatra se podnetim nakon potpisivanja dokumentacije zahteva.

Računanje kreditne sposobnosti – Kreditna sposobnost klijenta mora se odrediti za svaki podnet zahtev, kako je to regulisano zakonom. Kreditna sposobnost se računa po raznim formulama, a ukoliko se koristi više različitih formula, po pravilu se uzima najniža vrednost.

Ocenjivanje klijenta – Nakon što klijent podnese zahtev za kredit, odgovarajuća služba vrši ocenjivanje klijenta i donosi odluku da li on zadovoljava uslove za dobijanje kredita.

Provera validnosti podataka o klijentu – Kontrolišu se dostupni podaci u cilju utvrđivanja njihove istinitosti. Ukoliko bilo koji od podataka postane sumnjiv, predmet se šalje na dodatnu analizu službi za prevenciju prevara.

Prevencija prevara – Specijalizovana aktivnost visokog nivoa kontrole istinitosti podataka o klijentu. Analizira sve dostupne informacije u cilju predikcije klijentovih namera i sankcioniše identifikovane pokušaje prevara.

Sprečavanje pranja novca – Ukoliko ima bilo kakve naznake da zahtev za kredit može biti rizičan sa aspekta pranja novca i finansiranja terorizma, predmet obavezno mora proći i kroz ovu fazu. Specijalisti vrše potrebne analize i donose odluku da li zahtev može da ide dalje i pod kojim uslovima.

Kreditna analiza zahteva – Nakon što klijent podnese zahtev za kredit, odgovarajuća služba vrši analizu kreditnog zahteva i donosi konačnu kreditnu odluku. Ova faza se završava donošenjem rešenja o kreditnom zahtevu koji uključuje ishod odobravanja i uslove pod kojim se kredit može realizovati.

Obaveštavanje klijenta o odluci – Klijent se obaveštava o ishodu kreditne odluke, odnosno poziva na potpisivanje ugovorne dokumentacije i realizaciju kredita, ukoliko je odluka pozitivna.

Provera ispravnosti dokumentacije – Pravna služba vrši pripremu i kontrolu dostupnih dokumenata.

Potpisivanje ugovorne dokumentacije – U ovoj fazi se štampa ugovor i prateći dokumenti i potpisuje se ugovorna dokumentacija.

Realizacija kredita – Kao poslednja faza, nakon potpisane ugovorne dokumentacije, realizuje se kredit, odnosno obavlja se prenos sredstava.

Proces odobravanja gotovinskih kredita prati čitav niz dokumenata koji se štampaju u određenim fazama procesa. Neki od dokumenata su obavezni i definisani su zakonom, a postoji i skup opcionihi i internih dokumenata. Spisak procesnih dokumenata je sledeći: Ponuda za kredit, Nacrt ugovora o kreditu, Potvrda o primanjima, Saglasnost za pribavljanje podataka od Kreditnog Biroa (KB), Zahtev za izveštaj KB, Zahtev za kredit, Kreditna odluka, Obaveštenje o odbijanju, Ugovor o kreditu, Obavezni elementi ugovora, Opšti uslovi poslovanja, Aneks ugovora o kreditu, Plan otplate kredita, Obaveštenje o likvidaciji kredita, Obaveštenje o promenljivoj nominalnoj kamatnoj stopi, Obaveštenje o stanju duga i Nalog za knjiženje.

3. IDENTIFIKACIJA MESTA ZA UNAPREĐENJA

Ovo poglavlje je posvećeno analizi postojećeg procesa odobravanja gotovinskih kredita fizičkim licima u cilju utvrđivanja kritičnih tačaka koje bi se mogle unaprediti na bilo koji način. Rezultat analize je spisak identifikovanih mesta za unapređenje koja će biti realizovana u ovom radu. Na osnovu analize realnih scenarija korišćenja, odnosno konkretnih primera iz prakse, utvrđeno je da postojeći proces odobravanja ima dosta tačaka u kojima je moguće postići određeno poboljšanje.

Već u prvom koraku potencijalno mesto za unapređenje je da se ponuda organizuje kao servis na veb prezentaciji banke, tako da fizičko lice može da dobije ponudu i bez odlaska u ekspozituru. Ovo je korisno sa jedne strane, ali uvođenjem online ponude ukida se direktna komunikacija

klijenta i savetnika, što potencijalno može imati negativan poslovni efekat. Sledeća tačka je način identifikacije klijenta. S obzirom da tendencija posedovanja ličnih karata sa čipom konstantno raste, a uz pomoć odgovarajućeg softvera moguće je pročitati podatke koji se tu čuvaju, integracijom čitača elektronske lične karte mogla bi se izbeći ručna pretraga baze klijenata. Takođe, pri evidentiranju novog klijenta, umesto da savetnik ručno unese osnovne podatke o fizičkom licu, ovi podaci bili bi pročitani iz lične karte. Značajno unapređenje u procesu se može postići i samo preuređivanjem redosleda procesnih faza i aktivnosti. Npr. problematičan redosled događaja predstavlja overa potvrde o primanjima od strane poslodavca klijenta. Konkretno, ukoliko bi se taj formular štampao u trenutku formiranja ponude, klijent bi mogao da je overi pre dolaska u ekspozituru za formiranje zahteva. Time bi se jedan dolazak u ekspozituru mogao izbeći, jer je overena potvrda o primanjima dokument koji je obavezan pri podnošenju zahteva za kredit. Za izračunavanje kreditne sposobnosti neophodni su podaci o prihodima i o kreditnim zaduženjima klijenta, tako da tačna kreditna sposobnost se može odrediti tek nakon podnošenja zahteva. Međutim, indikativna sposobnost plaćanja bi se mogla izračunati i u trenutku formiranja ponude, na osnovu usmene informacije od klijenta. Na taj način bi se izbeglo uzaludno apliciranje kada klijent nije kreditno sposoban i uštedelo bi se vreme i savetniku i klijentu, a i njegovom poslodavcu. Ista problematika je i sa visinom anuiteta. Dalje, nije potrebno svaki zahtev proslediti npr. službi za sprečavanja pranja novca i finansiranja terorizma. Pošto postoje jasna pravila, ovde bi se mogao implementirati sistem koji predmet prosleđuje stručnoj službi samo kada postoje indicije da je angažovanje te službe neophodno. U suprotnom, zahtev bi automatski mogao biti odobren sa stanovništva te uloge. Kod ocenjivanja klijenta, problem može biti ljudski faktor u smislu nenamerne greške, ili zloupotrebe službenog položaja za namerno davanje pogrešne ocene sa ciljem pronevere ili pribavljanja protivpravne imovinske koristi. Ova druga mogućnost jeste retkost, ali može imati veoma negativne posledice u smislu finansijskog gubitka banke ili reputacionog rizika. Iz tog razloga potrebno je primeniti odgovarajuće mehanizme za smanjenje rizika kao što su automatsko ocenjivanje klijenta, princip četiri oka, ili uvođenje kontrolne uloge. Značajno unapređenje može se postići i uvođenjem paralelne obrade za sve uloge koje čije su obrade međusobno i procesno nezavisne. Na taj način bi se skratilo vreme potrebno za odobravanje (mereno od trenutka podnošenja zahteva do njegovog odobrenja), a i eliminisalo bi se uzaludno angažovanje nekih od službi, jer bi se odobravanje zahteva završilo u trenutku davanja negativnog mišljenja od strane prve uloge. Kreditna analiza, kao služba koja donosi kreditnu odluku, daje odlučujuću reč po pitanju ishoda zahteva. Zaposleni u uvoj službi odluke donose na osnovu definisanih pravila banke. Neka od tih pravila su precizna i neporeciva, dok ostala daju mogućnost kreditnom analitičaru za iskazivanje sopstvenog mišljenja. Uvođenjem sistema koji bi automatski analizirao precizna pravila, kao što su npr. eliminatorni uslovi, uštedelo bi se vreme ove službe. Prosleđivanje dokumentacije je takođe kritično i zajednički je problem svih uloga. Kako bi se obezbedila veća efikasnost, smanjenje rizika, a i

paralelizam u radu, neophodno je da se procesna dokumentacija centralizuje. Aktivnost pravne službe, tj. priprema ugovora, mogla bi takođe da se automatizuje, u smislu da se sa strane te službe pripremi templejt dokumenta, a da se ugovor generiše kod savetnika nakon odobrenja kredita, i to zamenom označenih delova teksta podacima od konkretnog predmeta. Na samom kraju procesa, realizacija kredita je takođe tačka koja bi mogla da se automatizuje.

Za postizanje postavljenih ciljeva ovog rada izabrana su unapređenja koja su prikazana u tabeli 1.

(Tabela 1. Spisak unapređenja za implementaciju.)

Naziv	Vrsta unapređenja
Identifikacija pomoću lične karte	Ubrzanje procesa
Čitanje osnovnih podataka sa lične karte	Ubrzanje procesa
Premeštanje štampe obrasca potvrde o primanjima	Smanjen broj odlaska u ekspozituru, Zadovoljstvo korisnika
Računanje indikativne kreditne sposobnosti	Zadovoljstvo korisnika
Računanje indikativne sposobnosti plaćanja	Zadovoljstvo korisnika
Automatska analiza zahteva za sprečavanje pranje novca	Ubrzanje procesa, Smanjenje rizika
Automatsko ocenjivanje klijenta	Ubrzanje procesa, Smanjenje rizika
Paralelizacija uloga kod odobravanja	Ubrzanje procesa
Sistem za automatsku analizu eliminatornih pravila	Ubrzanje procesa, Smanjenje rizika
Generisanje dokumentata na osnovu templejta	Smanjenje rizika
Zaključavanje dokumenata	Smanjenje rizika
Ranija kontrola dokumentacije	Smanjenje rizika
Automatizacija prenosa sredstava	Ubrzanje procesa
Ukidanje uloge koja nije neophodna	Ubrzanje procesa

4. PROJEKAT SOFTVERSKOG REŠENJA

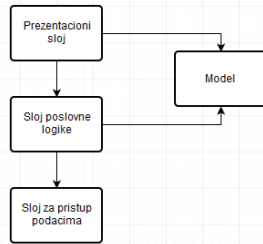
Nakon identifikacije mesta za unapređenja koja će biti implementirana u okviru ovog rada, formiran je model šeme baze podataka, i kreirane su detaljne specifikacije projekta. U ovom poglavlju biće predstavljeno deo te specifikacije.

Konceptualni model šeme baze podataka predstavljeno je na slici 1.



Slika 1. Konceptualni model šeme baze podataka

Arhitektura softverskog rešenja se sastoji od tri sloja i zajedničkog modela, kao što je prikazano na slici 2.



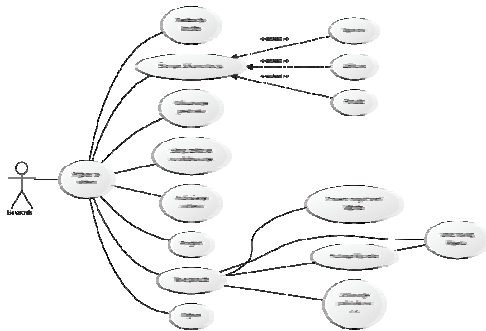
Slika 2. Arhitektura softverskog rešenja

Prezentacioni sloj – Sloj predviđen za korisnički interfejs aplikacije. Sadrži sve komponente za vizualizaciju podataka, kao i neophodne elemente za interakciju sa korisnikom. Prezentacioni sloj sve neophodne podatke sa kojima radi pribavlja preko sloja poslovne logike.

Sloj poslovne logike – Na ovom sloju je implementirana poslovna logika aplikacije. Tu su definisana poslovna pravila, načini dohvatanja i obrade podataka, neophodne validacije, kao i upravljanje ponašanjem sistema.

Sloj za pristup podacima – Ovaj sloj je zadužen za perzistenciju podataka. Na sloju za pristup podacima su implementirane metode za čitanje i ažuriranje podataka u sistemu za upravljanje bazama podataka.

Na slici 3 prikazan je Unified Modeling Language (UML) dijagram slučajeva korišćenja za ulogu savetnika.



Slika 3. Dijagram slučajeva korišćenja za savetnika

5. APLIKACIJA ADVANCEDLOANS

Aplikacija *AdvancedLoans* je softversko rešenje za podršku procesa odobravanja gotovinskih kredita fizičkim licima, razvijena u okviru ovog rada. Jedna od ekranskih formi aplikacije prikazana je na slici 4. Implementirana je u jeziku C#, kroz razvojni alat Microsoft Visual Studio 2012. Aplikacija se oslanja na .NET framework 4.5.2, a za perzistenciju podataka koristi SUBP Microsoft SQL server 2008R2. Pomoćne biblioteke koje su neophodne za ispravno funkcionisanje su DALC4NET, CelikApi, CelikNET i Microsoft Interop Services.



Slika 4. Aplikacija AdvancedLoans

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu predstavljeno je softversko rešenje za unapređenje procesa odobravanja gotovinskih kredita fizičkim licima. Softversko rešenje je razvijeno na osnovu projekta koji je nastao nakon analize postojećeg rešenja i identifikacije potencijalnih mesta za unapređenje, a čiji su glavni ciljevi bili pojednostavljenje postojećeg procesa odobravanja kredita i podizanje zadovoljstva korisnika.

Na osnovu analiza praktične primenljivosti aplikacije *AdvancedLoans*, zaključuje se da je postignuto unapređenje po svim aspektima sa postavljenog ciljnog spiska. Implementacijom unapređenja kao što su čitanje osnovnih podataka sa lične karte, automatska analiza zahteva, automatsko ocenjivanje klijenta ili paralelizacija uloga kod odobravanja, redukovano je vremenski period od trenutka apliciranja do trenutka realizacije. Premeštanjem štampe obrasca potvrde o primanjima u fazu formiranja ponude smanjen je broj potrebnih odlazaka u ekspozituru. Uvođenjem automatske analize i sistema za generisanje dokumenata smanjen je broj uloga u procesu. Povećana automatizacija je postignuta uvođenjem automatskih analiza za sprečavanje pranja novca i ispitivanje eliminatornih pravila, kao i uvođenjem automatskog ocenjivanja klijenta i prenosa sredstava. Implementacijom unapređenja kao što su zaključavanje dokumenata i ranija kontrola dokumentacije smanjen je rizik poslovanja, a svim prethodno pobrojanim unapređenjima povećano je zadovoljstvo korisnika.

Ovim radom je pokrivena implementacija samo jednog dela identifikovanih mogućih unapređenja. Mogući predmet daljeg razvoja bi mogao biti implementacija preostalih funkcionalnosti. Takođe, uz manje prilagođavanje, unapređenja koja su prezentovana u ovom radu bi se mogla primeniti i za neke druge bankarske proizvode, čak i za one koji se ne odnose samo na fizička lica. Mogućnosti predstavljenog rešenja su široke. Neka od ovde implementiranih unapređenja mogu veoma povoljno da utiču na efikasnost pri radu, što može da bude od ključnog značaja za unapređenje poslovanja banke i očuvanja konkurentnosti na tržištu.

7. LITERATURA

- [1] Narodna Banka Srbije (2016), Izveštaj o rezultatima ankete o kreditnoj aktivnosti banaka
- [2] Zakon o zaštiti korisnika finansijskih usluga http://www.nbs.rs/internet/latinica/20/zakoni/zastita_korisnika_finansijskih_usluga.pdf (datum pristupa maj 2016.)
- [3] Zakon o platnim uslugama http://www.nbs.rs/export/sites/default/internet/latinica/20/zakoni/pp_platnim_uslugama_novo.pdf (datum pristupa maj 2016.)

Kratka biografija:



Robert Šoš rođen je u Novom Sadu 1984. god. Bečelorski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Računarske nauke i informatika odbranio je 2014. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz iste oblasti odbranio je 2016. god.

**BIDIREKSIONI SISTOLIČKI STEK ALGORITAM
ZA SEKVENCIJALNO DEKODOVANJE TRELLIS KODOVA****BIDIRECTIONAL SYSTOLIC STACK ALGORITHM
FOR SEQUENTIAL DECODING TRELLIS CODES**Vladimir Fejsov, Vojin Šenk, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U ovom radu opisan je bidirekciono sistolički stek algoritam koji služi za sekvencijalno dekodovanje trellis kodova. Performanse algoritma su testirane dekodovanjem skupa sekvenci koje su propuštene kroz generator greške. Rezultati su zatim upoređeni sa rezultatima dobijenim primenom unidirekcionog i običnog bidirekcionog stek algoritma. Softver je pisan u programskom jeziku PYTHON.

Abstract – In this paper, bidirectional systolic stack algorithm for sequential decoding trellis codes is described. Performance of the algorithm has been tested by decoding a set of sequences that were passed through error generator. The results were then compared with the results obtained using unidirectional and classic bidirectional stack algorithm. The software is written in programming language PYTHON.

Ključne reči: bidirekciono sistolički stek algoritam, bidirekciono stek algoritam, unidirekciono stek algoritam, sekvencijalno dekodovanje.

1. UVOD

U telekomunikacijama i sistemima za obradu i skladištenje podataka zaštitno kodovanje je neophodno radi smanjenja uticaja šuma i povećanja integriteta podataka.

Početak zaštitnog kodovanja se vezuje za Šenonov rad "Matematička teorija komunikacija". Za svaki komunikacioni kanal Šenon je definisao veličinu nazvanu kapacitet kanala R_c i pokazao da je kroz kanal moguće slati poruke brzinom $R < R_c$, uz proizvoljno malu verovatnoću greške, a da pouzdan prenos brzinom većom od R_c nije moguć [4].

Teorija zaštitnog kodovanja bavi se konstrukcijom takvih postupaka obrade poruke koji će za date karakteristike komunikacionog kanala omogućiti prenos dovoljno velikom brzinom sa dovoljno malom verovatnoćom greške, uz minimalnu složenost uređaja (prostorna kompleksnost) i minimalno trajanje obrade (vremenska kompleksnost) [4].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vojin Šenk, red. prof.

Zaštitno kodovanje se deli u dve glavne grupe:

- Blok kodovi: k -bitna poruka se potpuno preslikava u n -bitnu kodnu reč, tj. izlaz koda je funkcija isključivo trenutnog stanja ulaza u koder (sistem bez memorije).
- Kodovi sa strukturom stabla: Izlaz koda je funkcija trenutnog stanja ulaza u koder kao i svih prethodnih stanja ulaza (sistem sa memorijom).

U ovom radu pažnja će biti usredsređena na podklasu druge grupe kodova - trellis kodove, preciznije na njihovu linearnu podklasu - konvolucionalne kodove.

2. KODOVI SA STRUKTUROM STABLA

Kod sa strukturom stabla predstavlja preslikavanje skupa simbola u kodnu reč koja se može predstaviti kao niz grana u stablu [5]. Pri tome važi da m -arno stablo sa parametrima L (dužina grananja stabla) i T (dužina repa) takvi da:

- $L, T, m \in \mathbb{N}$
- $L \geq 1, T \geq 1, m \geq 2$

ima osobine da [4]:

- m grana izlazi (divergira) iz svakog čvora na dubini manjoj od L , počevši od korena stabla (početnog čvora),
- Jedna grana divergira iz svakog čvora na dubini većoj od L , ali manjoj od $L+T$,
- Stablo definisano na ovaj način ima $m = 2^L$ završnih čvorova, koji se nalaze na dubini $L+T$.

Stablo počinje od krajnjeg levog čvora koji se naziva koren stabla ili početni čvor. Čvorovi su povezani linijama koje se nazivaju grane, a niz uzastopnih grana se zove put. Dubina čvora predstavlja broj grana od početnog do tog čvora [4].

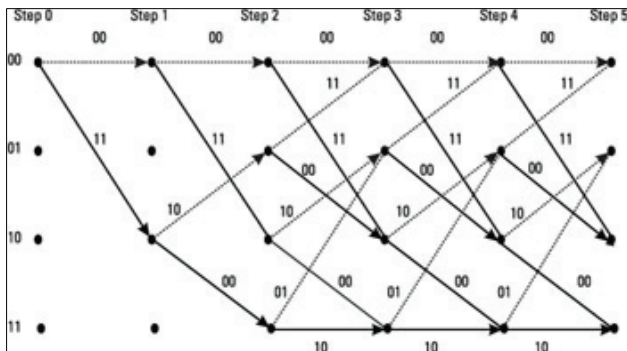
2.1. Trellis kodovi

Trellis kodovi su podgrupa kodova sa strukturom stabla kod kojih je memorija ograničena, te je izlaz iz koda funkcija samo određenog broja (M) prošlih stanja ulaza koda. Važi konvencija da su sva prošla stanja ulaza koda u slučaju početnog čvora stabla nula, kao i da su sva stanja ulaza koda na jednoznačno definisanom putu od čvora na dubini L do čvora na dubini $L+T$ takođe nula.

Struktura trellis koda se najčešće predstavlja uz pomoć trellis dijagrama – slika 1.

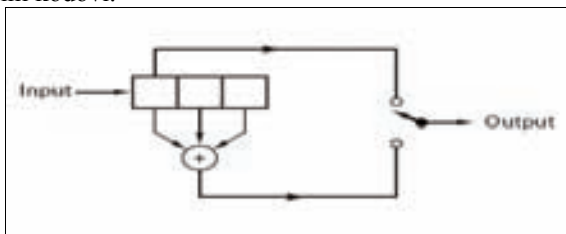
Trelis kodovi mogu biti:

- linearni,
- nelinearni.



Slika 1. Trelis dijagram

Linerana podklasa trelis kodova nosi naziv konvolucionalni kodovi.



Slika 2. Konvolucionalni koder

3. SEKVENCIJALNO DEKODOVANJE

Optimalno dekodovanje postiže se odlučivanjem po maksimalnoj verodostojnosti. Po ovom parametru za trelis kodove optimalan algoritam je Viterbijev algoritam. Međutim, efikasnost algoritma se ne sagledava samo u verovatnoći greške koju proizvodi, već se pažnja mora obratiti i na njegovu kompleksnost [3].

Razlikujemo dva tipa kompleksnosti algoritma:

- računski (vremenski) kompleksnost – označava broj elementarnih koraka za obavljanje algoritma. U slučaju trelis kodova jedan korak predstavlja određivanje svih naslednika trenutno procesiranog čvora.
- prostorna kompleksnost – predstavlja funkciju zavisnosti zauzimanja memorijskog prostora i kapaciteta procesora od veličine ulaza.

U slučaju koda sa velikom memorijom Viterbijev algoritam se pokazuje nepraktičnim jer se njegova računski kompleksnost eksponencijalno povećava sa veličinom pomeračkog registra.

Situacija se može poboljšati ako se, umesto da se ispituju sve putanje unutar trelisa, pažnja obrati samo na one sa najvećom metrikom. Dolazimo do pojma sekvencijalno dekodovanje – algoritam koji računa metriku novih putanja, nastalih produžavanjem samo jedne putanje, na način da se odluka koja će putanja biti produžena zasniva samo na metrikama do tad ispitanih putanja (produžava se putanja sa u tom trenutku najboljom metrikom) [3].

Najpoznatiji algoritam ove vrste jeste sekvencijalni stek algoritam, kog su predložili Zigangirov i Jelinek.

3.1. Stek algoritam

Osnovna ideja stek algoritma je da se u njemu inicijalizuje stek, koji sadrži sve do određenog trenutka ispitane putanje, koje su sortirane prema Hamingovom rastojanju.

Takođe, u ovom algoritmu pojavljuje se i pojam *Tentative decision register* (u daljem tekstu registar) u koji se smešta najbolja putanja koja se prostire od početnog do krajnjeg čvora (putanja čija je dužina $L+T$). Prilikom smeštanja nove najbolje putanje u registar izračunava se minimum metrike po celoj putanji (koristi se Fanova metrika).

Za algoritam predstavljen u ovom radu uzima se da je $T = M$, tj. dužina repa trelis koda je jednaka veličini memorije koda.

3.1.1. Opis algoritma

Svaki čvor kojim se predstavlja putanja sadrži u sebi sledeća polja:

- stanje memorije koda
- dubina čvora (ekvivalentna dužini putanje do čvora)
- Hamingovo rastojanje između date sekvence koja se dekoduje (do dubine čvora) i putanje do čvora
- Fanova metrika čvora
- putanja od početnog do posmatranog čvora

Izlaz iz koda se dobija na osnovu datih polinomialnih vektora.

Na početku dekodovanja u stek se ubacuje početni čvor (uzima se da su M prethodnih stanja ulaza koda bili 0, a dubina čvora, Fanova metrika i Hamingovo rastojanje takođe imaju vrednost 0).

Svaka iteracija algoritma se sastoji iz sledećih koraka:

1. Iz steka se uzima najbolji čvor. Primarni kriterijum za određivanje najboljeg čvora je Hamingovo rastojanje, a sekundarni je dubina čvora. U slučaju dva čvora sa istim vrednostima ova dva polja iz steka se uzima onaj čvor koji je prvi ubačen u stek.
2. Izračunavaju se svi naslednici uzetog čvora, tj. sva njihova polja, i eliminišu se svi oni koji ne zadovoljavaju neki od uspostavljenih kriterijuma odbacivanja.
3. U slučaju da je dubina naslednih čvorova koji su prošli selekciju jednaka dužini stabla ($L+M$) tada se podaci najboljeg od njih smeštaju u registar i vrši se orezivanje preostalih čvorova u steku na osnovu gore pomenutih kriterijuma odbacivanja. Ako je dubina naslednih čvorova manja od dužine stabla, čvorovi koji su prošli selekciju se smeštaju u stek poštujući pravila sortiranja.
4. Proverava se da li je stek ispražnjen. U slučaju da jeste, algoritam se završava, a za dekodovanu sekvencu se uzima ona koja se trenutno nalazi u registru. U slučaju da stek nije prazan, algoritam ulazi u sledeću iteraciju.

U ovom radu algoritam koristi dva kriterijuma odbacivanja. Prvi u obzir uzima Hamingovo rastojanje, tj. posmatra se rastojanje posmatrane putanje u odnosu na rastojanje putanje koja se nalazi u registru:

$$d_l \geq d_{TD} \quad \text{ODBACITI}$$

Drugi kriterijum odbacivanja se zasniva na principu neodabiranja:

$$\mu_l \mu_{min} \left(\overrightarrow{x_{TD}} \right) \quad \text{ODBACITI}$$

Ovaj princip određuje da će između dve putanje biti odabrana ona putanja čija je minimalna Fanova metrika veća. Ovo znači da će biti odbačeni svi čvorovi čija je Fanova metrika manja od minimalne Fanove metrike putanje koja se trenutno nalazi u registru.

3.2. Bidirekcionni stek algoritam

Osnovni problem unidirekcionnih stek algoritama jesu paketi grešaka, koji znatno povećavaju broj operacija potrebnih za dekodovanje. Ideja bidirekcionnog stek algoritma je da se paketima grešaka priđe sa obe strane, pri čemu bi dekoderi koji se koriste za dekodovanje do paketa grešaka stigli sa malo zadržavanja (pojedinačne greške dekoder lako ispravlja). Pošto se kroz paket grešaka prolazi sa obe strane, i pri tome se još vrši i tunelovanje (pojam će biti opisan u sledećem poglavlju) veća je verovatnoća da će bidirekcionom stek algoritmu bit potreban manji broj operacija za dekodovanje nego unidirekcionom [5].

Bidirekcionni stek algoritam predložili su nezavisno Šenk i Radivojac [1] i Kalem i Li [6].

3.2.1. Opis algoritma

Stek koji se koristi u implementaciji bidirekcionnog stek algoritma u ovom radu je podeljen na L podstekova, koji služe za skladištenje čvorova po nivoima (čvorovi koji se nalaze na istoj dubini u stablu se smeštaju u isti podstek). Stek sadrži i informacije o trenutnim kumulativnim minimumima, takođe posmatrano po nivoima (pod minimumom se podrazumeva minimalno Hamingovo rastojanje čvorova koji se trenutno nalaze u steku).

Uvodi se novi pojam – *tunelovanje*. Tunelovanje predstavlja postupak spajanja dve putanje, tj. dva čvora na stablu koji se nalaze na nivoima čije je rastojanje jednako T , te tunel predstavlja putanju koja se sastoji od T grana.

Algoritam započinje tako što se najpre inicijalizuju dva steka - *forward* i *backward* stek. U prvi podstek forward steka se ubacuje početni čvor po istom principu kao i kod unidirekcionnog stek algoritma, dok se u prvi podstek backward steka ubacuje krajnji čvor. Zatim se za aktivni stek odabere forward stek.

Svaka iteracija algoritma se sastoji iz sledećih koraka:

1. Iz celokupnog aktivnog steka se izvlači najbolji čvor (isti princip odabira kao kod unidirekcionnog stek algoritma).

2. Ako je moguće izvrši se tunelovanje prema svim čvorovima u pasivnom steku koji se nalaze na odgovarajućoj dubini i podaci o najboljoj tako dobijenoj putanji se ubeležavaju u registar. Ako u registru već postoji zabeležena putanja, zadržava se bolja.
3. Izračunavaju se svi naslednici posmatranog čvora, i eliminišu se svi oni koji ne zadovoljavaju neki od uspostavljenih kriterijuma odbacivanja.
4. Oba steka se orezuju prema ranije uspostavljenim kriterijumima odbacivanja.
5. Proverava se da li je bilo koji od dva steka ispražnjen. U slučaju da jeste, algoritam se završava, a za dekodovanu sekvencu se uzima ona koja se trenutno nalazi u registru.
6. Izračunavaju se kumulativni minimumi unutar oba steka.
7. Promeni se aktivni stek.

Dva kriterijuma odbacivanja uspostavljena su i u implementaciji ovog algoritma. Prvi se kao i u slučaju unidirekcionnog stek algoritma zasniva na principu neodabiranja, dok drugi uzima u obzir Hamingovo rastojanje čvora na dubini L i kumulativni minimum u drugom steku na dubini (nivou) $L - 1$:

$$d_l + d_{(L-1)}^{inv} \geq d_{TD} \quad \text{ODBACITI}$$

3.3. Bidirekcionni sistolički stek algoritam

Ovaj algoritam je, kao što mu i naziv govori, proistekao iz bidirekcionnog stek algoritma. Razlika je u tome što sistolički algoritam vrši paralelno procesiranje do određenog trenutka ispitanih putanja.

Algoritam su predložili Šenk, Radivojac i Radujkov [2].

3.3.1. Opis algoritma

Implementacija ovog algoritma se suštinski ne razlikuje od algoritma opisanog u poglavlju 3.2.1, osim u postupku odabira putanja koje se produžavaju. Za razliku od običnog bidirekcionnog stek algoritma koji bira najbolji čvor u aktivnom steku, bidirekcionni sistolički stek algoritam po jednoj iteraciji bira najbolje čvorove iz svih podstekova (u slučaju da u podsteku ima čvorova) aktivnog steka. Ostali koraci algoritma su potpuno identični.

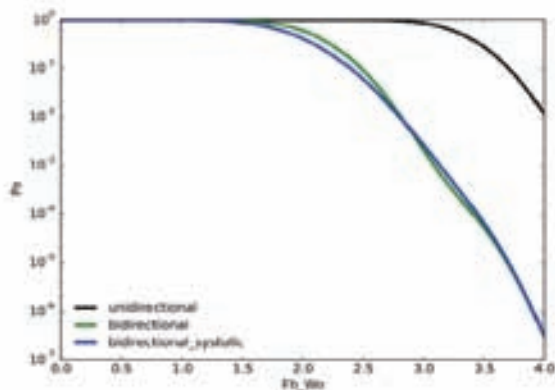
4. REZULTATI SIMULACIJE

Najpre je potrebno generisati sekvence koje će biti dekodovane. Usvaja se pravilo da je bit sa vrednošću 0 pravilno primljen bit, dok bit sa vrednošću 1 predstavlja grešku. Koristeći generator greške generišu se sekvence koje se zatim grupišu po broju grešaka. Za dužinu primljene sekvence uzeto je $L + M = 180$, dok je veličina memorije ograničena na $M = 32$. Dekoder generiše izlaz na osnovu polinomialnih vektora koji su dati u oktalnoj formi. Polinomialni vektori korišćeni u simulaciji su $g_1 = 45107770451$ i $g_2 = 60235556203$.

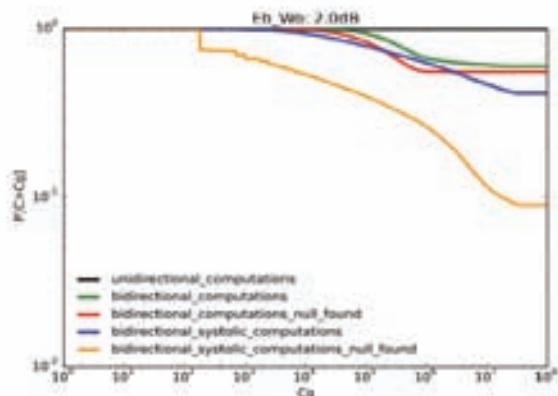
Svaka generisana sekvenca se dekoduje sa sva tri gore opisana algoritma, te se dobija broj koraka potreban za njeno dekodovanje (ako algoritam uopšte dekoduje sekvencu).

Grafik na slici 3. pokazuje verovatnoću da algoritam nije uspeo da dekoduje sekvencu u zadanom vremenu ili da je pogrešno dekodovao sekvencu u zavisnosti od datog odnosa signal/šum.

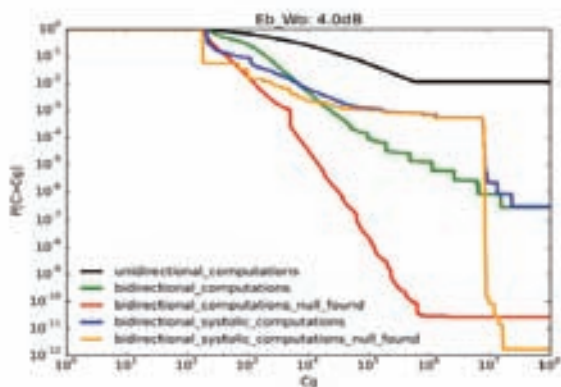
Na slikama 4. i 5. prikazana je računaska kompleksnost algoritama. Rezultati simulacije su dobijeni za različite odnose E_b/W_o (na graficima su prikazani rezultati za $E_b/W_o = 2$ dB i $E_b/W_o = 4$ dB).



Slika 3. Verovatnoća greške ili nedekodovanja sekvence



Slika 4. Računska kompleksnost algoritma za $E_b/W_o = 2$ dB



Slika 5. Računska kompleksnost algoritma za $E_b/W_o = 4$ dB

5. ZAKLJUČAK

Rezultati pokazuju da se sistolički stek algoritam pokazao bolje za manje odnose signal/šum u odnosu na bidirekcionu i unidirekcionu stek algoritam, dok sa

porastom tog odnosa bidirekcionu stek algoritam pokazuje bolje rezultate. Uzrok tome leži u činjenici da se porastom odnosa signal/šum smanjuje verovatnoća greške primljenog bita, što za posledicu ima da sistolički stek algoritam u paraleli radi i određenu količinu nepotrebnog posla, dok bidirekcionu stek algoritam radi minimalno potrebnog.

6. LITERATURA

[1] V. Šenk, "Bistack - A Bidirectional Stack Algorithm for Decoding Trellis Codes" Proc. of XXXVI Conference on ETAN, pp. 153-160, Kopaonik, Yugoslavia, 1992.

[2] V. Šenk, P. Radivojac, I. Radujkov - "The Systolic Bidirectional Algorithm for Decoding Trellis Codes", ISIT 2002, Lausanne, Switzerland, June 30 - July 5, 2002.

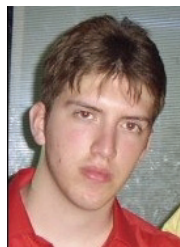
[3] A. J. Viterbi, J. Omura, Principles of Digital Communication and Coding, McGraw-Hill, Tokyo, 1979.

[4] M. Obradović, D. Lazić, J. Golić, M. Milosavljević, V. Šenk - "Zaštitno kodovanje sa statističkim prepoznavanjem oblika", Beograd, Yugoslavia, 1989.

[5] M. Kovačević - "Performance comparison of unidirectional and bidirectional stack algorithm", 15. TELFOR, Serbia, Belgrade, 2007.

[6] S. Kallel, K. Li, "Bidirectional Sequential Decoding," IEEE Trans. Inf. Theory, vol. IT-43, No. 4, pp. 1319-1326, July 1997.

Kratka biografija:



Vladimir Fejsov rođen je u Somboru 1987. godine. Diplomski rad odbranio je 2013. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnika i računarstvo – Telekomunikacioni sistemi.



Vojin Šenk rođen je u Beogradu 1958. godine. Doktorsku disertaciju, pod naslovom "Ekspozent greške konkretnih familija zaštitnih kodova i suboptimalni postupci dekodovanja koji omogućavaju njegovo dostizanje" odbranio je na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu 1992. godine.

**ANDROID OPERATIVNI SISTEM I TEHNIKE TESTIRANJA
ANDROID OPERATIVE SYSTEM, AND TESTING METHODS**Ksenija Vujić, Dejan Nemec, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast - ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je dat kratak istorijat Android kompanije, opisan je razvoj Android operativnog sistema, kao i verzije Androida. Takođe su opisane tehnike testiranja, tj. načini testiranja, kao i tipovi testiranja. Izvršeno je poređenje nekih tehnika testiranja, tj. navedene su prednosti i mane testiranja.

U praktičnom delu rada je iskodiran Android projekat, kao i Android test projekat, koji je realizovan u Android Studiu.

Abstract – The paper gives a brief history of Android company described the development of the Android operating system, and version of Android. It also describes testing techniques, example testing methods and types of testing. The comparison of certain testing techniques, example lists the advantages and disadvantages of testing.

In the practical part of the project, Android project is encrypted, and Android test project was implemented in Android Studio.

Ključne reči: Android operativni sistem, API, načini i tehnike testiranja.

1. ISTORIJAT

Kompanija Android osnovana je oktobra 2003. godine u mestu Palo Alto, u Kaliforniji. Osnovali su je Endi Rubin, Rič Majner, Nik Sirs i Kris Vajt. Radi razvoja, po Rubinovim rečima: "Pametnih mobilnih uređaja koji su svesni lokacije i prioriteta korisnika". Prvobitna namera kompanije bila je razvoj naprednog operativnog sistema i digitalne kamere, kada su shvatili da tržište za ove uređaje nije mnogo veliko, svoje napore su preusmerili na proizvodnju operativnog sistema za pametne.

Google je kupio kompaniju Android, 17. avgusta 2005. godine, čime je ona u potpunosti postala deo Google-a.

1.1. Android verzije

Istorija verzija Android operativnih sistema počinje sa izdavanjem alfa Android verzije u Novembru 2007. godine. Prva komercijalna verzija, Android 1.0, objavljena je u septembru 2008. godine.

Android se stalno razvija od strane Google-a i „Open Handset Alliance (OHA)“. Od 2008. godine Android je pretrpeo brojne ispravke koje su postepeno poboljšavale operativni sistem, dodavajući nove funkcije i ispravljajući greške u prethodnim izdanjima [6].

NAPOMENA:

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

Svako veliko izdanje Android je nazvao, po abecednom redu, po nekom dezertu ili slatkišu. U tabeli 1.1 su prikazane sve verzije Androida.

Code name	Version number	Initial release date	API level
Cupcake	1.5	27 April 2009	3
Donut	1.6	15 September 2009	4
Eclair	2.0 - 2.1	26 October 2009	5 - 7
Froyo	2.2 - 2.2.3	20 May 2010	8
Gingerbread	2.3 - 2.3.7	6 December 2010	9 - 10
Honeycomb	3.0 - 3.2.6	22 February 2011	11 - 13
Ice Cream Sandwich	4.0 - 4.0.4	18 October 2011	14 - 15
Jelly Bean	4.1 - 4.3.1	9 July 2012	16 - 18
KitKat	4.4 - 4.4.4	31 October 2013	19 - 20
Lollipop	5.0 - 5.1.1	12 November 2014	21 - 22
Marshmallow	6.0 - 6.0.1	5 October 2015	23
N/A	1.0	23 September 2008	1
N/A	1.1	9 February 2009	2
Nougat	7.0	Expected August or September 2016	24

Tabela 1.1. Android verzije [6]

2. ANDROID OPERATIVNI SISTEM

Korisnički interfejs Androida zasnovan je na direktnoj manipulaciji objektima na ekranu, korišćenjem ulaza u vidu dodira koji odgovaraju pokretima u realnom svetu. Dodatni hardver, kao što su akcelerometar, žiroskop i senzor blizine, se koriste za dodatne zahteve korisnika, kao npr. podešavanje orijentacije ekrana u zavisnosti od položaja uređaja.

Android dozvoljava korisnicima slobodno uređivanje početnih ekrana prečicama do aplikacija, što omogućava prikazivanje sadržaja uživo, kao što su informacije vezane za elektronsku poštu ili vremensku prognozu. Aplikacije mogu dalje slati obaveštenja korisniku, sa informacijama o npr. pristigloj SMS poruci ili elektronskoj pošti.

U oktobru 2012. godine, bilo je dostupno približno 700.000 aplikacija za Android platformom, dok je broj preuzimanja aplikacije sa Androidove prodavnice aplikacija *GooglePlay*, oko 25 milijardi. Istraživanje koje je sprovedeno među programerima u period april/maj 2013. godine, pokazalo je da je Android najpopularnija platforma kod 71% programera.

3. ANDROID MARKET

Kompanija Android je napravila svoju „Google Play“ prodavnicu. To je onlajn prodavnica na kojoj se mogu besplatno preuzimati ili kupiti aplikacije, filmovi, muzika, knjige, igre, itd. Android market objedinjuje nekoliko servisa:

- servis za kupovinu knjiga se zove „Play Books“,
- servis za muziku je „Play Music“,
- i servis za igre „Play Store“.

„Google Play Store“ ili Android Market je mesto za preuzimanje aplikacija, tj. prodavnica u kojoj se preuzimaju aplikacije za telefone koji u sebi imaju Android platformu. Android Market se može naći na telefonu ili na internetu [5].

4. POJAM, NAMENA I TEHNIKE TESTIRANJA

Osnovna svrha testiranja softvera jeste detekcija softverskih neuspeha, kako bi sve neispravnosti bile uočene i ispravljene. Testiranjem se ne može garantovati da će softver ispravno raditi pod svim uslovima. Testiranje softvera uključuje pregledanje koda kao i egzekucije koda u različitim okruženjima i pod različitim uslovima kao i davanje odgovora na pitanje: Da li radi ono što treba i šta se očekuje da radi? U savremenoj kulturi razvoja softvera organizacija testiranja može biti odvojena od tima za razvoj softvera.

Postoji nekoliko tehnika testiranja:

- White box testiranje;
- Black box testiranje;
- Grey box testiranje;

Prilikom **white box testiranja** developer ima pristup izvornom (source) kodu i može da piše kod, koji se povezuje u biblioteke ulinkovane u završni softver. Ovo je tipično za Unit testove, kojima se testira samo deo sistema.

Black-box testiranje je metod softverskog testiranja koji ispituje funkcionalnost aplikacije bez „virenja“ u unutrašnju strukturu koda. Ovaj metod testa može se primeniti na bukvalno svakom nivou testiranja softvera: jedinici, integraciji, sistemu i prihvatljivosti.

Izvršiocu **grey box** testa je dozvoljeno da postavlja i manipuliše testnim okruženjem i može da vidi stanje proizvoda nakon tih akcija.

5. NIVOI TESTIRANJA

Postoje četiri nivoa testiranja:

- testiranje modula (unit testing),
- testiranje integracije (integration testing),
- testiranje sistema (system testing),
- testiranje prihvatljivosti (acceptance testing).

6. FAZE I TIPOVI TESTIRANJA

Postoje različiti faze i tipovi testiranja, pored faza kao što su: Alfa, Beta i Gama testiranje, postoje i različiti tipovi testiranja kao što su:

- Testiranje kompatibilnosti;
- Regresivno testiranje;
- Testiranje performansi softvera;
- Testiranje korisnosti;
- Testiranje saglasnosti korisnika;

- Testiranje podesnosti;
- Testiranje prenosivosti;
- Testiranje igre;

6.1. Alfa, Beta i Gama testiranje

U razvoju softvera, testiranje se obično zahteva pre njegovog puštanja u javnost. Ova faza razvoja je poznata kao „alpha“ faza, a testiranje tokom ove faze kao „alpha“ testiranje. U ovoj fazi developer testira softver korišćenjem white box tehnika. Dodatne provere se vrše korišćenjem black box i grey box tehnika [1].

Kada se završi „alpha“ faza, razvoj ulazi u „beta“ fazu. „Beta“ verzije softvera se daju ograničenom broju ljudi van kompanije. „Beta“ testiranje naginje ka „black box“ tehnikama.

Gama testiranje se odnosi na oslobađanje grešaka ("buggy") u proizvodu.

7. MANUELNO I AUTOMATSKO TESTIRANJE

Pod pojmom manuelnog testiranja podrazumevamo ručno izvršavanje test slučajeva. U najvećem broju slučajeva tester prati određeni niz koraka da bi verifikao određeni segment aplikacije ili kod koji je pod testiranjem.

Suprotno manuelnom testiranju automatsko testiranje zahteva postojanje određenog koda koji je pisan da bi se automatizovali koraci pri izvršavanju određenog testnog slučaja.

Popularno se datoteke koje sadrže automatizacionu logiku nazivaju test skripte i mogu biti pisane u svim, danas, popularnim programskim jezicima nezavisno od programske paradigme [2].

8. UVOD U KREIRANJE ANDROID APLIKACIJE

Svaka Android aplikacija sastoji se od raznih funkcionalnosti. Kao primere funkcionalnosti možemo navesti unošenje i ispravljanje beleške, reprodukovanje muzičke datoteke, aktiviranje alarma ili unošenje novog telefonskog kontakta. Te funkcionalnosti mogu se raspodeliti na četiri Androidove komponente, prikazane u tabeli 8.1, a svakoj odgovara različita osnovna klasa u jeziku Java.

Funkcionalnost	Osnovna Java klasa	Primeri
Operacija koju korisnik može obavljati	Activity	Unošenje beleške, igranje računarske igre
Pozadinski proces	Service	Reprodukovanje muzike, ažuriranje izgleda ikonice za vremensku prognozu
Primanje poruka	Broadcast Receiver	Aktiviranje alarma pri određenom događaju
Unošenje i učitavanje podataka	Content Provider	Otvaranje novog telefonskog kontakta

Tabela 8.1. Četiri moguće komponente Android aplikacije

9. KONCEPT TESTIRANJA U ANDROIDU

Testiranje Androida je sastavni deo okruženja, obezbeđuje arhitekturu i moćne alate koji pomažu da se testira svaki aspekt aplikacije, na svim nivoima, od najmanje jedinice do okvira aplikacije.

Osnovne osobine ovog testiranja jesu:

- Android testiranje je bazirano na JUnit-u. Može se koristiti obični JUnit za testiranje klasa koji ne pozivaju Android API ili Android JUnit za testiranje Android komponenti.
- Android JUnit pruža komponente, specifične “test case” klase. Ove klase sadrže pomoćne metode sa “mock” objektima (lažne objekte) i metode za kontrolisanje životnog ciklusa komponenata.
- Testovi se nalaze u test paketima koji su slični osnovnim paketima aplikacije, pa nije potrebno učiti novi set tehnika za dizajniranje i pravljenje testova.
- SDK alati za razvoj i testiranje su dostupni za Eclipse sa ADT-om. Ovi alati koriste informacije od projekta aplikacije koji se testira i koriste ove informacije da bi se automatski kreirali fajlovi, manifest fajlove i direktorijume za test pakete.
- SDK takođe obezbeđuje “monkeyrunner”, API za testiranje uređaja sa Python programa, i UI/Application Exerciser Monkey, alat sa komandne linije, za stres testiranje UI, koji šalje pseudoslučajne događaje na uređaj.

Testovi, kao Android aplikacije, organizovani su u okviru projekta. Testni projekat je direktorijum ili Eklipsov projekat u kome je inače kreiran izvorni kod, manifest datoteka i druge datoteke za test paket. Na sledećem primeru je prikazana struktura fajlova u Android projektu, kao i u Android test projektu.

```
MyProject/  
AndroidManifest.xml  
res/  
... (resources for main application)  
src/  
... (source code for main application) ...  
tests/  
AndroidManifest.xml  
res/  
... (resources for tests)  
src/  
... (source code for tests)
```

Primer 9.1. Struktura fajlova u Android projektu i Android test projektu

10. TESTIRANJE API-a

Android testni API je baziran na JUnit API-ju i proširuje se sa instrumentima iz okruženja i Androidovim specifičnim klasama, pa je u poglavlju 10. dat opis anotacija za pisanje JUnit testova, kao i instrumenata koji se koriste za testiranje.

10.1. JUnit

Moguće je pisanje sopstvene jedinice ili integrisanu test klasu kao JUnit 4 test klasu. JUnit je veoma popularan i široko se koristi kao test okruženje za Javu. JUnit 4 omogućava pisanje testa na čistiji i fleksibilniji način nego njegove prethodne verzije.

10.2. TestCase klase

Android nudi nekoliko test klasa koje proširuju „TestCase“ i „Assert“ klasa sa Androidovim specifičnim podešavanjima, „teardown-ima“ i pomoćnim metodama.

10.3. Android Testing Support Library APIs (Testiranje androida uz podršku API biblioteke)

Android Support Library pruža set API-a koji omogućavaju brzu gradnju i pokretanje test koda za aplikaciju, uključujući JUnit 4 i funkcionalni korisnički interfejs (UI) testova. Biblioteka uključuje praćenjem instrumentacionih baznih API-a koji su korisni kada želimo da automatizujemo testove:

- „AndroidJUnitRunner“: JUnit 4 – kompatibilan test pokretač za Android;
- „Espresso“: UI test okruženje; pogodan za funkcionalno UI-a testiranje unutar aplikacije;
- „UI Automator“: UI test okruženje; pogodno za funkcionalno UI testiranje kroz sistem i instalirane aplikacije [4].

10.4. „Assertion“ klase

Zbog činjenice da Android testne klase proširuju JUnit može se koristiti „assertion“ metoda za prikazivanje rezultata testa. „Assertion“ metoda poredi vrednost koju test vrati sa očekivanom vrednošću, i vraća sve izuzetke („AssertionException“) ako je test pao.

Pored JUnit „Assert“ klasa, test API takođe obezbeđuje „MoreAsserts“ i „ViewAssert“, klase.

10.5. Mock objekti klasa

Da bi se olakšalo testiranje, Android organizuje klase koje kreira „mock“ (lažni) sistem objekata kao što su „Context“, „ContentProvider“, „ContentResolver“ i „Service“ objekti. Neki TestCase-ovi takođe obezbeđuju „mockIntent“ objekte. Ovi lažni objekti se koriste za izolovanje testa od ostatka sistema, kao i za ubacivanje zavisnosti za testiranje. Ove klase se mogu pronaći u paketima „android.test“ i „android.test.mock“.

10.6. Dodatak za testiranje

Android pruža dva dodatka klasa koji su korisni za testiranje:

- „IsolatedContext“ je izolovani dodatak, fajl, direktorijum, i baza podataka operacija, koja čuva mesto u oblasti testiranja. Iako je njegova funkcionalnost ograničena, ovaj dodatak ima dovoljno mogućnosti da odgovori na systemske pozive. Ova klasa omogućava da testirate operacije podataka aplikacije, bez uticanja na prave podatke koji mogu biti prisutni na uređaju.
- „RenamingDelegatingContext“ je dodatak u kojem većina funkcija upravlja postojećim dodacima, ali fajl i baza podataka operacija se obrađuju od strane „IsolatedContext“. Izolovani deo koristi test direktorijum i stvara posebna imena datoteka i direktorijuma. Mogu se kontrolisati sama imenovanja, ili ga neki konstruktori automatski određuju.

10.7. Pokretanje testa

Testni slučaj se pokreće sa testnom klasom koja se učitava kao testna klasa slučaja, podešava, pokreće i ruši svaki test. Jedan Android testni pokretač mora biti i instrument, tako da sistemska korisnost za startovanje aplikacije može kontrolisati kako testni paket učitava testni slučaj i aplikaciju unutar testa. Moguće je reći android platformi koji instrument pokretač da koristi za postavljanje vrednosti u manifest fajlu.

10.8. Test rezultat

Androidovo test okruženje vraća rezultat testa nazad u alat koji je pokrenuo test. Ako se pokrene test u „Eclipse-u“ sa *ADT-om*, rezultat će biti prikazan u novom JUnit prozoru. Ako se test pokrene sa komandne linije, rezultat se prikazuje u „*STDOUT*“ (prozor u kome se vidi izlazni rezultat nakon pokretanja testa). U oba slučaja, može se videti rezime testa, tj. prikazuju se sve metode i svi predmeti koji se testiraju. Takođe je moguće videti kako je došlo do pada tvrdnje ili neuspeha. Ovo uključuje putokaze do linije u kodu testa gde se dogodio neuspeh. Tvrdnja prikazuje očekivanu i trenutnu vrednost.

10.9. „Monkey“ i „Monkeyrunner“

SDK pruža dva alata za funkcionalni nivo aplikacionog testiranja:

- „Monkeyrunner“ alat nije povezan sa „*UI/Application Exerciser Monkey*“, takođe je poznat kao „monkey“ alat. On se pokreće sa „*Android Debug Bridge*“ (adb) alatom. Koristi se za stres testiranje aplikacije i izveštava o greškama koje se javljaju. Tok događaja se može ponoviti svaki put pokretanjem alata, ali sa istim koracima za reprodukovanje greške.
- „Monkeyrunner“ alat je jedan API i okruženje za izvršenje test programa pisanih u Python-u. API sadrži funkcije za povezivanje na uređaj, instalaciju i deinstalaciju paketa, pravljenje slika (engl. screenshots), upoređivanje dve slike, i pokretanje test paketa aplikacije. Koristeći API, može se napisati spektar velikih, moćnih, složenih testova. Programi koji koriste API sa „Monkeyrunner“ alatom se pokreću sa komandne linije [3].

10.10. Rad sa imenima paketa

U ovom testnom okruženju, radi se sa oba Androidova aplikaciona imena paketa i Javinim paketom identifikatora. Oba koriste isti format imena, ali oni predstavljaju suštinski dva različita entiteta. Mora se znati razlika da bi se ispravno podesili testovi.

Jedno Androidovo ime paketa je jedinstveno ime sistema za .apk fajl, koji je postavio „android:package“ atribut <manifest> elementa u manifest paketu. Androidovo ime testnog paketa mora biti drugačije od imena Androidovog paketa aplikacije. Uobičajno, android alati prave ime test paketa dodavanjem reči „test“ na ime testnog paketa aplikacije.

Test paket takođe koristi androidovo ime paketa za ciljanje paketa aplikacije koji se testira. To je postavljeno u „android:targetPackage“, atribut <instrument> element, u manifestu test paketa.

11. PRAKTIČAN DEO

U master radu je dat kod Android projekta, layout-a, kao kod Android test projekta, koji je realizovan u Android Studiu.

12. ZAKLJUČAK

U praktičnom delu je kreirana aplikacija, sa jednim „Activity-em“, koja u sebi sadrži tekst. U test klasi za jedan „layout“ se ispituje da li postoji taj tekst u aplikaciji i da li je isti kao tekst koji očekujemo.

Može se reći da je ovde primenjeno „Espresso“ test okruženje, koje govori o pristupu UI komponente u ciljnoj aplikaciji i interakciji sa njom.

Metoda Espresso.onView() omogućava pristup određenim komponentama i radu sa njom, tj. sa njom je moguće:

1. ispitati klasu ili ime prikaza,
2. sadržaja opisa u prikazu,
3. naći komponentu po R.id iz prikaza,
4. naći tekst koji je prikazan, i td.

Svakako treba težiti i pridati još veći značaj programiranju testova, jer nam testovi omogućavaju brzo i lako pronalaženje grešaka. Na taj način imamo veći benefit, jer nam se smanjuje vreme otklanjanja iste.

13. LITERATURA

- [1] Wikipedia, Online Encyclopedia, Software_testing, http://en.wikipedia.org/wiki/Software_testing
- [2] Testiranje softvera, Senad Ibraimoski, http://poincare.matf.bg.ac.rs/~vladaf//Courses/Matf%20MNSR/Prezentacije%20Individualne%20Stare/Ibraimoski_Testiranje_softvera.pdf
- [3] <https://developer.android.com/studio/test/monkey.html>
- [4] <https://developer.android.com/topic/libraries/testing-support-library/index.html#ajur-filtering>
- [5] <https://srbodroid.com/development/uputstva/android-za-pocetnike-2-deo-sta-je-google-play-store-i-zasto-je-to-najbitnija-android-aplikacija/>
- [6] https://en.wikipedia.org/wiki/Android_version_history

Kratka biografija:



Ksenija Vujić rođena je u Virovitici, u Republici Hrvatskoj 1990. god. Master rad odbranila je 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacioni sistemi.



Dejan Nemeč rođen je 1972. god. Diplomirao, specijalizirao i magistrirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacije i obrada signala. Zaposlen je na Fakultetu tehničkih nauka kao stručni saradnik.

OPTIMALNA REKONFIGURACIJA DISTRIBUTIVNIH MREŽA OPTIMAL NETWORK RECONFIGURATION OF DISTRIBUTION SYSTEMS

Dejan Babić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U radu su razmatrana dva osnovna algoritma za optimalnu rekonfiguraciju distributivnih mreža: algoritam izmene grana i algoritam najmanjih struja. Verifikacija njihovih mogućnosti realizovana je na primeru test distributivne mreže koja se sastoji od 25 čvorova.

Abstract – This paper presents two basic algorithms for optimal network reconfiguration of distribution network systems: Branch Exchange algorithm and Minimal branch current algorithm. Verification of their possibilities is realized on the test case of a distribution network consisting of 25 nodes.

Ključne reči: optimalna rekonfiguracija, distributivne mreže, metod izmene grana, metod najmanjih struja

1. UVOD

Optimalna rekonfiguracija distributivnih mreža (DM) predstavlja jednu od osnovnih funkcija savremenih distributivnim menadžment sistema (DMS), kako za planiranje tako i za optimalno upravljanje DM [1,2]. Primjenom ove funkcije značajno mogu da se smanje tehnički gubici aktivne snage, čak i do 20% (napomena: uobičajeno gubici aktivne snage u DM su 1÷3% od ukupne injektirane snage u DM, što znači da se optimalnom rekonfiguracijom može ostvariti benefit od 0.2% do 0.6% u odnosu na ukupnu injektiranu snagu). Rad se bavi problemom optimizacije uklopnog stanja i smanjenja gubitaka aktivne snage distributivne mreže pomoću 2 optimizaciona algoritma koji se upoređuju. Da bi se napravila ova analiza, u drugom delu rada su prikazani proračuni tokova snaga, a u trećem optimalna rekonfiguracija, dok su u četvrom delu prikazani različiti algoritmi optimalne rekonfiguracije i diskutovani dobijeni rezultati. U poslednja dva dela su dati yajljučak i literatura

2. PRORAČUN TOKOVA SNAGA

Proračun tokova snaga predstavlja proračun vektora stanja (fazora napona svih čvorova) DM. On se realizuje na osnovu vrednosti napona izvora napajanja DM i potrošnje svih njenih čvorova. DM, za razliku od prenosnih, karakteriše radijalan pogon i relativno slaba upetljanost. S toga, metode koje se koriste u DM razlikuju se od onih koje se koriste u prenosnim mrežama. Većina poznatih iterativnih postupaka koji se koriste u prenosnim mrežama bazirani su na matričnom postupku, dok se u DM koriste specijalizovani algoritmi koji su orjentisani ka granama [3].

NAPOMENA:

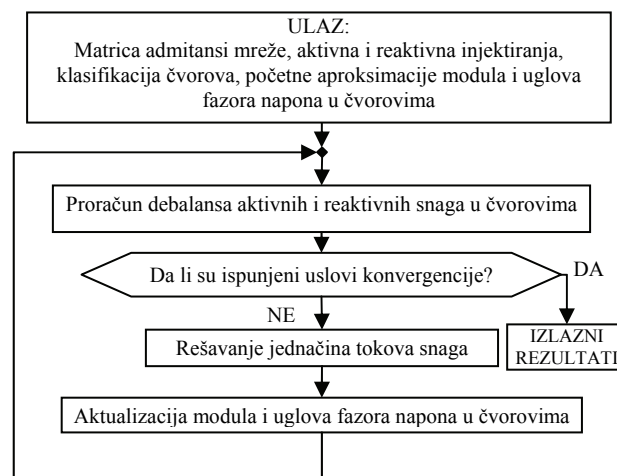
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Goran Švenda, red.prof.

2.1. Algoritam sumiranja struja

Osnovni algoritama za proračun tokova snaga u radijalnim DM, orjentisan ka granama, jeste Shirmohammadi-ev algoritam [1]. Algoritam počinje inicijalizacijom, nakon čega započinje iterativni postupak. Svaka iteracija sastoji se od tri koraka: 1) proračun injektiranih struja za svaki čvor; 2) proračun struja po granama ("zamjena unazad") i 3) proračun napona u čvorovima ("zamjena unaprijed"). Nakon toga, vrši se proračun debalansa aktivnih i reaktivnih snaga i ispituju se uslovi konvergencije. Ukoliko su uslovi konvergencije ispunjeni, iterativni postupak se završava. U suprotnom, prelazi se na sledeću iteraciju.

2.2. Newton/Raphson-ov iterativni postupak

Newton/Raphson-ov postupak sastoji se od linearizacije sistema nelinearnih jednačina koje se rešavaju oko unapred izabrane tekuće (*h-te*) aproksimacije njihovog rešenja [4]. Tako dobijen sistem linearnih jednačina rešava se po korekcijama tekuće aproksimacije rešenja. Osnovni blok dijagram Newton/Raphson-ovog postupka, koji je korišćen za potrebe ovog rada, prikazan je na slici 1.



Slika 1. Newton/Raphson-ov algoritam [4]

Dakle, nakon formiranja ulaza vrši se proračun debalansa aktivnih i reaktivnih snaga u čvorovima. Potom se ispituju uslovi konvergencije i u slučaju da su ispunjeni, proračun se završava. U suprotnom, prelazi se u sledeću iteraciju.

3. OPTIMALNA REKONFIGURACIJA DM

Problem određivanja optimalne rekonfiguracije DM je kompleksan, kombinatoran, nelinearan i diskretan optimizacioni problem [1]. Za rešenje ovog problema koriste se: optimizacione metode [1,2], kombinatorno pretraživanje [1] i heurističke metode [1,5]. U praksi se najčešće koriste heurističke metode, čija je svrha da se maksimalnim poznavanjem fizike problema na najkraći

način dode do kvalitetnih radijalnih konfiguracija. Heuristički algoritmi se mogu podijeliti u dvije grupe [1]: algoritam najmanjih struja i algoritam izmene grana

3.1. Algoritam izmene grana

"Izmena grana" zapravo znači "izmena mesta" normalno otvorenog (NO) rasklopnog uređaja sa njime spregnutim normalno zatvorenim (NZ) rasklopnim uređajem [2]. Algoritam započinje inicijalizacijom postupka, a zatim se brojač NO rasklopnih uređaja postavlja na vrednost 1. Za prvi NO rasklopni uređaj proračunava se vrednost kriterijumske funkcije i proverava se da li postoji bar jedan NZ rasklopni uređaj sa kojim može da se ostvari bolja vrednost kriterijumske funkcije. Ako ne postoji, ide se u sledeću iteraciju. Ukoliko postoji, bira se onaj rasklopni uređaj za koji je vrednost kriterijumske funkcije maksimalna. Tada se prelazi u novu konfiguraciju izmenom mesta NO i NZ rasklopnih uređaja. Dalje se vrši proračun tokova snaga čiji rezultati predstavljaju ulaz u novu iteraciju. Proračun završava kada je dobijena radijalna konfiguracija. Osnovna mana ovog algoritma je da se u zavisnosti od početnog, dobija različito konačno rešenje.

3.2. Kriterijumi za ocenu performansi DM

Za optimalnu rekonfiguraciju DM koriste se sledeći optimizacionih kriterijuma [2,6]: minimalni gubici aktivne snage, debalans opterećenja na VN/SN transformatorima, debalans opterećenja na izvodima, kritični pad napona, pouzdanost napajanja i troškovi manipulacija. Najčešće se koristi kriterijum minimalnih gubitaka aktivne snage i kao takav korišćen je i u ovom radu. Gubici aktivne snage u radijalnoj konfiguraciji (h), definisani su kao:

$$\Delta P^{(h)} = \sum_{i=1}^{n_{izv}} \sum_{j \in \alpha_{d_i}^{(h)}} r_{ij} (J_{ij}^{(h)})^2, \quad (1)$$

gde je:

n_{izv} - ukupan broj izvoda,

r_{ij} - rezistansa grane (j) koja pripada izvodu (i),

$\alpha_{d_i}^{(h)}$ - skup indeksa grana izvoda (i) u konfiguraciji (h),

$J_{ij}^{(h)}$ - moduo struje grane (j) izvoda (i) u konfiguraciji (h).

Ako je sa supskriptom (h) označena konfiguracija nakon izmene mesta NO/NZ rasklopnih uređaja, a sa ($h-1$) konfiguracija prije te izmene, vrednost kriterijuma je:

$$\Delta P^{(h)} = \Delta P^{(h-1)} - \partial P, \quad (2)$$

$$\partial P^{(h-1)} = 2 \cdot \text{Re} \left[J_j^{(h-1)*} (\Delta V_k^{(h-1)} - \Delta V_m^{(h-1)}) \right] - |J_j^{(h-1)}|^2 \cdot R_{petlje} \quad (3)$$

gdje su sa $\Delta P^{(h)}$, $\Delta P^{(h-1)}$ i ∂P naznačeni gubici aktivne snage u h i $h-1$ konfiguraciji i promena te vrednosti, respektivno; sa $J_j^{(h-1)}$ struja grane j u radijalnoj konfiguraciji ($h-1$); sa $\Delta V_k^{(h-1)}$ i $\Delta V_m^{(h-1)}$ padovi napona čvorova levo i desno od razmatranog NO rasklopnog uređaja i sa R_{petlje} rezistansa konture između dva napojna čvora koja sadrže granu sa NO rasklopnim uređajem.

Pri izvođenju algoritma izmene grana dovoljno je proračunati samo vrednost izraza (3). Ako je ta vrednost veća od nule, tada su izmenom mesta razmatranog spregnutog para NO/NZ rasklopnih uređaja gubici aktivne snage smanjeni.

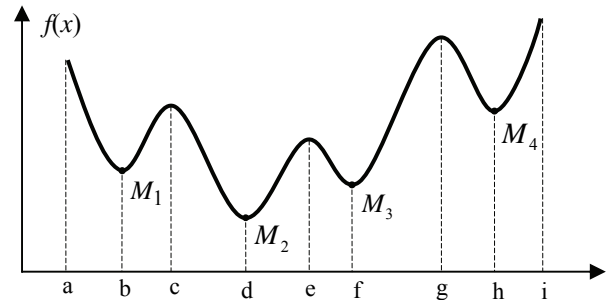
3.3. Algoritam najmanjih struja

Algoritam najmanjih struja je efikasan i robustan heuristički metod koji za razliku od algoritma izmene grana pronalazi optimalno rešenje koje je u potpunosti nezavisno od inicijalnog statusa rasklopnih uređaja [6]. Ovaj algoritam zasnovan je na pretpostavci da se pogon sa najboljim performansama ostvaruje u slučaju kada je sav bakar upotrebljen [1]. U tom slučaju mreža je maksimalno moguće upetljena. Iterativnim otvaranjem grana sa najmanjom strujom formira se radijalna konfiguracija DM. Nakon inicijalizacije postupka, vrši se simulacija zatvaranja svih NO rasklopnih uređaja. Za tako upetljano DM, primenom proračuna tokova snaga dobija se njen režim. Za takvo uklopno stanje i taj režim nalazi se grana sa najmanjoj strujom i rasklopni uređaj u toj grani se otvara. Pritom ograničenja su: strujna i naponska prekoračenja i svi čvorovi u svakom trenutku moraju biti napajani. Mana ovog algoritma je to što svaka iteracija zahteva nov proračun tokova snaga za upetljane mreže.

3.4. Optimizacione tehnike

Optimizacija predstavlja proces dobijanja najboljih rezultata pri datim okolnostima [7], odnosno, to je proces maksimiziranja ili minimiziranja funkcije cilja uz zadovoljena ograničenja [8]. Konačan cilj optimizacije je nalaženje globalnog optimuma – najboljeg mogućeg rešenja.

Na slici 2 prikazana je funkcija jedne promenljive. Naznačene su 4 karakteristične tačke koje predstavljaju lokalne minimume (lokalne optimume). Dakle, svaka optimizaciona funkcija ima više lokalnih optimuma. Globalni optimum predstavlja najoptimalniji od svih lokalnih optimuma, na slici 2 on se nalazi u tački M_2 . U nastavku će se pokazati da se primenom različitih algoritama rekonfiguracije dobijaju različite vrednosti sa slike 2.



Slika 2. Globalni i lokalni minimum

4. VERIFIKACIJA ALGORITAMA OPTIMALNE REKONFIGURACIJE

U ovom delu izvršena je verifikacija prikazanih algoritama optimalne rekonfiguracije.

4.1. Opis test distributivne mreže

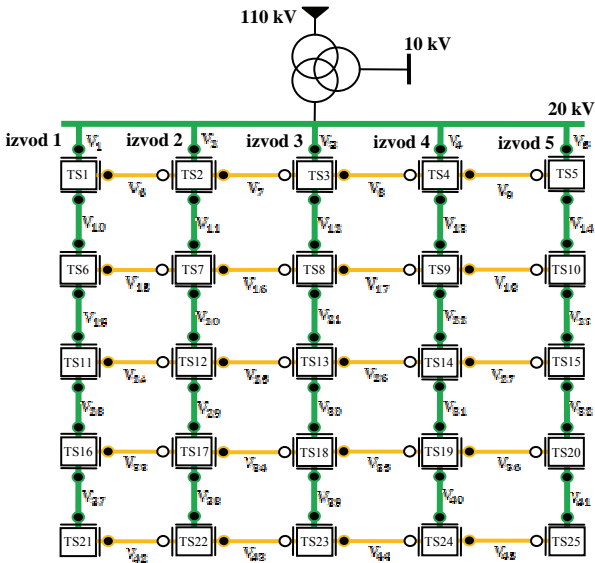
Test DM sastoji se od 25 potrošačkih čvorova. Potrošnja je raspoređena na 5 izvoda koji se napajaju sa SN sabirnica Tr VN/SN. Pritom ukupna potrošnja svih čvorova je ista (15 MW, 3 MVar).

4.2. Primeri proračuna optimalne rekonfiguracije

Verifikacija modela realizovana je kroz 4 primjera, za koje se razlikuju samo inicijalne topologije.

4.2.1. Primer 1

Ovo je osnovni primer - slika 3 i njime se vrši osnovna verifikacija proračuna. Svi čvorovi su jednako opterećeni i sa svakog izvoda napaja se po 5 čvorova (očekuje se da rezultati proračuna optimalne rekonfiguracije odgovaraju inicijalnoj mreži).



Slika 3. Test DM, inicijalno stanje – Primer 1

4.2.1.1. Primena algoritma izmene grana

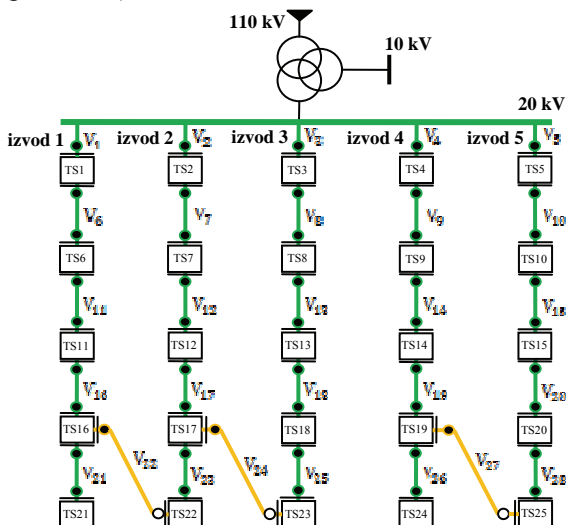
Nakon izvršenog proračuna algoritma izmene grana vrednosti kriterijumske funkcije u svakoj iteraciji su negativne, što znači da nije ostvaren benefit i konačno rešenje odgovara topologiji sa slike 3.

4.2.1.2. Primena algoritma najmanjih struja

Nakon zatvaranja svih NO rasklopnih uređaja, u svakoj iteraciji otvarana je neka od grana koja je inicijalno otvorena, te konačno rešenje odgovara inicijalnoj topologiji.

4.2.2. Primer 2

Obrađuje se test DM sa 3 NO rasklopna uređaja, slika 4. Raspodela je sada različito raspoređena po čvorovima (očekuje se da će neki izvodi preuzeti opterećenje od drugih izvoda).



Slika 4. Test DM, inicijalno stanje – Primer 2

4.2.2.1. Primena algoritma izmene grana

Odabrana su dva pravila obrade NO rasklopnih uređaja: 1) NO rasklopni uređaji obilaze od onoga u grani sa najmanjim indeksom do onoga u grani sa najvećim indeksom, 2) odgovara suprotnom smeru obrade.

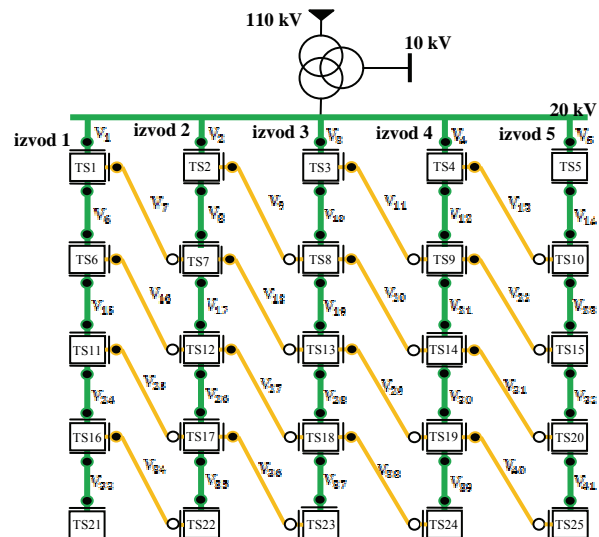
U prvom slučaju ostvareno je smanjenje ΔP za 1.8%, a u drugom za 1.5%. Dakle, ova dva rešenja odgovaraju vrednostima dva različita lokalna minimuma. Već na ovom primeru je evidentan uticaj početnog rešenja na konačno.

4.2.2.2. Primena algoritma najmanjih struja

Primenom algoritma najmanjih struja dobijeno je isto rešenje kao u prvom slučaju primenom algoritma izmene grana (gdje je ostvaren benefit od 1.8%). Dakle, u ovom slučaju algoritam daje jedinstveno rešenje koje nije lošije od rešenja dobijenih algoritmom izmene grana.

4.2.3. Primer 3

Obrađuje se test DM sa 16 NO rasklopnih uređaja čija je topologija prikazana na slici 5. Opterećenje po izvodima je linearno raspoređeno, tako da izvod 1 trpi najmanje opterećenje (1 MW, 0.2 Mvar), dok svaki sledeći izvod trpi veće opterećenje.



Slika 5. Test DM, inicijalno stanje – Primer 3

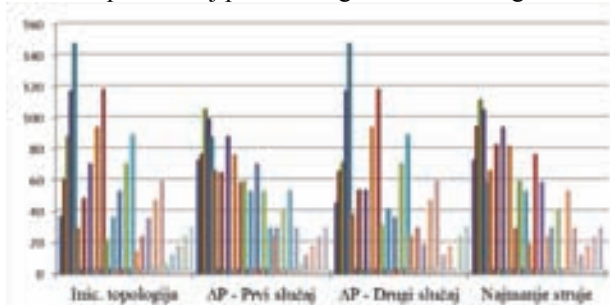
4.2.3.1. Primena algoritma izmene grana

Pravila obrade NO rasklopnih uređaja ista su kao i u prethodnom primeru. Nakon izvršenog proračuna u prvom slučaju ostvareno je smanjenje ΔP za 16.3%. Za drugo pravilo obrade NO prekidača dobijen je benefit u vrednosti od svega 2.9%. Ako se uzme u obzir linearna raspodela opterećenja, kao i topologija DM sa slike 4, očekivano je da se u prvom slučaju ostvari veći benefit, jer se izvodi sa manjim indeksom prvo rasterete, a zatim su u mogućnosti da preuzmu opterećenje od izvoda sa većim indeksom.

4.2.3.2. Primena algoritma najmanjih struja

Primenom algoritma najmanjih struja ostvareno je smanjenje ΔP za 12.3%. U poređenju sa vrednostima benefita koji su ostvareni primenom algoritma izmene grana, sa kojim je dobijeno i dobro i loše rešenje, algoritam najmanjih struja daje jedinstveno i dobro rešenje. Na slici 6 prikazana je raspodela struja opterećenja po granama za sve obrađene slučajeve ovog primjera. U tabeli 1 su date

vrednosti struja prvih grana izvoda. Može da se uoči da je raspodela najbolja u slučaju u kojem je ostvaren najveći benefit – prvi slučaj primene algoritma izmene grana.



Slika 6. Raspodela opterećenja za sve mreže – Primer 3

Tabela 1. Struja prvih grana izvoda – Primer 3

	lv ₁ [A]	lv ₂ [A]	lv ₃ [A]	lv ₄ [A]	lv ₅ [A]
Inic. topol.	36.79	60.41	88.01	116.98	147.37
ΔP - 1. slučaj	72.83	76.84	105.41	99.18	87.33
ΔP - 2. slučaj	45.37	65.77	71.14	116.98	147.37
min struja	72.83	94.61	111.28	104.96	57.98

4.2.4. Primer 4

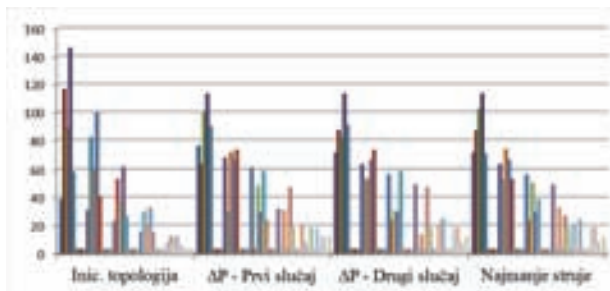
Topologija test DM odgovara onoj iz prvog primjera, slika 3. Ukupno opterećenje je i dalje isto, ali je nasumično raspoređeno po čvorovima.

4.2.4.1. Primena algoritma izmene grana

Kao i u prethodnim primerima, pravila obrade NO rasklopnih uređaja su ista. Za prvi slučaj ostvaren je benefit od 5.6%, a u drugom slučaju 8.3%.

4.2.4.2. Primena algoritma najmanjih struja

Primenom algoritma najmanjih struja ostvareno je smanjenje ΔP za 9.0%, što predstavlja najbolje rešenje u ovom primeru. Na slici 6 prikazane su vrednosti struja opterećenja za sve obrađene slučajeve ovog primera.



Slika 7. Raspodela opterećenja za sve mreže – primer 4

Na osnovu slike 6 može da se potvrdi da su vrednosti struja prvih grana izvoda na drugom i četvrtom grafiku jako slične, tj. razlika u raspodeli opterećenja je mala. Zato su u tabeli 2 istaknute vrednosti struja grana od interesa, na osnovu kojih se može potvrditi veći benefit dobijen primenom algoritma najmanjih struja.

Tabela 2. Raspodela struja u granama od interesa

	lv ₃₂ [A]	lv ₃₀ [A]	lv ₃₅ [A]	lv ₃₆ [A]	lv ₄₅ [A]
ΔP - 2. slučaj	47.21	13.64	3.13	20.59	11.73
min struja	27.22	32.71	20.58	3.15	11.69

Kao rezime, u tabeli 3 prikazane su vrednosti benefita koji su ostvareni u razmatranim primerima, kao i broj proračuna tokova snaga.

Tabela 3. Benefit i broj proračuna tokova snaga

	Primjer 2		Primjer 3		Primjer 4	
	B [%]	Br. TS	B [%]	Br. TS	B [%]	Br. TS
ΔP - 1. Slučaj	1.8	4	16.3	9	5.6	6
ΔP - 2. Slučaj	1.5	3	2.9	3	8.3	6
NS	1.8	4	12.3	17	9.0	21

5. ZAKLJUČAK

Algoritam najmanjih struja daje uvek isto rešenje, dok je algoritam izmene grana osetljiv na početno stanje. Broj proračuna tokova snaga kod algoritma najmanjih struja jednak je broju NO rasklopnih uređaja, dok je kod algoritma izmene grana taj broj znatno manji.

6. LITERATURA

- [1] D.Popović, D.Bekut, V.Dabić: *Specijalizovani DMS Algoritmi*; Prosveta, Novi Sad, 2011.
- [2] M.F.Sulaima, M.F.Mohamad, M.H.Jali, W.M.Bukhari, M.F.Baharom: A Comparative Study of Optimization Methods for 33kV Distribution Network Feeder Reconfiguration; *International Journal of Applied Engineering Research*, Vol. 6, No. 4, 2014, pp. 1169-1182
- [3] V.C.Strezoski: *Osnovi Elektroenergetike*; Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 2014.
- [4] M.S.Čalović, A.T.Sarić: *Osnovi analize elektroenergetskih mreža i sistema*; Akademska misao, Beograd, Tehnički fakultet, Čačak; 2004.
- [5] A.Charlansut, N.Rugthaicharoencheep, S.Auchariyament: Heuristic Optimization Techniques for Network Reconfiguration in Distribution System; *International Journal of Electrical, Computer, Energetic, Electronic and Communication Engineering*, Vol. 6, No. 4, 2012, pp. 365-368
- [6] B.Cho, K.Ryu, J.Park, W.Moon, S.Cho, J.Kim: A Selecting Method of Optimal Load on Time Varying Distribution Systems for Network Reconfiguration considering DG; *Journal of International Council on Electrical Engineering*, Vol. 2, No. 2, pp. 166-170, 2012.
- [7] S.S.Rao: *Engineering Optimization: Theory and Practice*; John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 2009.
- [8] A.D.Belegundu, T.R.Chandrupatla: *Optimization Concepts and Applications in Engineering*; Cambridge University Press, New York, USA, 2011.

Kratka biografija:



Dejan Babić rođen je u Prijedoru (Republika Srpska), 25.03.1991. god. Srednju elektrotehničku školu, smer elektroenergetika, završio 2009. god. u Prijedoru. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Elektroenergetski sistemi odbranio je 2013. god. Iste godine upisao se na master studije.



ANALIZA MOGUĆNOSTI MKE MODELIRANJA STAMBENIH OBJEKATA
MALE SPRATNOSTI - STAMBENA ZGRADA G+P+4

ANALYSIS OF FEM MODELING POSSIBILITIES OF RESIDENTAL BUILDINGS
WITH SMALL NUMBER OF STOREYS - RESIDENTAL BUILDING G+P+4

Tamara Ilić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – U radu je prikazan projekat konstrukcije monolitnog armiranobetonskog stambenog objekta G+P+4. U drugom delu rada prikazana je analiza mogućnosti MKE modeliranja međuspratne konstrukcije tipa "fert".

Abstract – This paper presents the construction project of monolithic reinforced concrete residential building G+P+4. In the second part of the paper the possibilities of the floor structural type "fert" modeling analysis is presented.

Ključne reči: armiranobetonska zgrada, modeliranje međuspratne konstrukcije, "fert"

1. UVOD

Projektom zadatkom predviđeno je projektovanje armiranobetonskog objekta. Definisani su gabariti objekta, rasteri stubova, namena pojedinih površina, lokacija i konstruktivni sistem.

Ovaj rad ukazuje na neke mogućnosti MKE modeliranja objekata visokogradnje. Predmet istraživanja su mogući MKE modeli za dati konstrukcijski sistem, a cilj istraživanja je formulisanje jednog „optimalnog“ (dovoljno tačnog i dovoljno racionalnog) tj. „kompromisnog“ modela koji može da se primenjuje i u svakodnevnoj praksi.

2. OPIS OBJEKTA

2.1. Arhitektonsko rešenje

Objekat projektovan je u svemu prema projektom zadatku i zadatim uslovima, kao i važećim propisima i standardima za ovaj tip objekta. Projektovan je kao jedinstvena funkcionalna celina. Izgled konstrukcije objekta prikazan je na slici 1, kao i raspored ramova na slici 1a.

Objekat je stambeni, spratnosti G+P+4. Projektom je predviđeno 6 parking mesta.

U suterenskoj etaži predviđena je garaža sa 6 parking mesta u koju se ulazi direktno sa donje (južne) strane parcele

Spratna visina suterenske etaže je 2.70m dok je spratna visina stambenih etaža 2.90m. Svetla visina suterena je 2.46m, a ostalih, stambenih etaža 2.66m. Ulaz u objekat je sa severne strane.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dušan Kovačević.

2.2. Opis konstrukcije

Glavnim projektom predviđena je izgradnja objekta spratnosti, G+P+4 u armiranobetonskom skeletnom sistemu sa potrebnim platnima za ukrućenje, u svemu prema projektom zadatku.

Osnova objekta je pravougaona, dimenzija 12.80 m u poprečnom pravcu i 15.50 m u podužnom pravcu. Rasteri stubova su u podužnom pravcu: 5.4m, 1.60m, 4.48m, 3.7m, a u poprečnom pravcu: 6.3m, 4.98m, 2.66m, 3.70m i 2.61m. Objekat se nalazi u Budvi u IX seizmičkoj zoni.

2.3. Glavni konstruktivni sistem

Glavni konstruktivni sistem objekta je ukrućeni AB skelet koga čine: vertikalni noseći elementi - stubovi i zidovi za ukrućenje i horizontalni noseći elementi - grede.

Zidovi za ukrućenje su približno simetrično raspoređeni u odnosu na težište objekta kako bi se obezbedilo poklapanje centra masa i centra krutosti objekta, a samim tim sprečili (tačnije sveli na najmanju moguću meru) torzioni efekti u osnovi pri dejstvu horizontalnog opterećenja (seizmika i vetar).

Skeletni sistem se sastoji od višespratnih i višebrodnih okvira. AB zidna platna u podužnom pravcu su dimenzija: 20x145cm, 20x330cm, 20x540cm i 16x160cm. U poprečnom pravcu AB zidna platna imaju sledeće dimenzije: 20x125cm, 20x190cm i 16x66cm. Poprečni preseki stubova je 25x50cm, 30x30cm i 30x25 cm. Grede glavnog konstruktivnog sistema su 25x35cm, 20x35cm, 20x25cm i 16x45cm. Marka betona svih nosećih elemenata glavnog konstruktivnog sistema je MB 30. Armatura je kvaliteta GA 240/360, RA 400/500 i MA 500/560.

2.4. Sekundarni konstruktivni elementi

Za međuspratnu konstrukciju usvojen je sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča debljine $d = 16\text{cm}$. Proračun je sproveden za vrednost povremenog (korisnog) opterećenja od 1.50 KN/m^2 . Međuspratna konstrukcija modelirana je u sklopu prostornog modela konstrukcije u programskom paketu „TOWER 6.0“. Podeljena je na konačne elemente dimenzija $0.3 \times 0.3\text{m}$. Opterećena je sopstvenom težinom i povremenim opterećenjem što je definisano u analizi opterećenja. Dimenzionisanje je sprovedeno po teoriji graničnog stanja nosivosti.

Maksimalni, odnosno minimalni momenti savijanja dobijeni su iz merodavnih kombinacija opterećenja. Međuspratna konstrukcija može se smatrati krutom u svojoj ravni. Marka betona od koga se izvodi međuspratna konstrukcija je MB30, a armatura MA 500/560.

Stepenište je izvedeno kao dvokrako. Debljina stepenišne ploče je $d = 16$ cm. Stepenišna ploča i podestne ploče se oslanjaju na grede ramova. Marka betona od koga se izvodi stepenišna konstrukcija je MB 30, a armatura MA 500/560. Stepenište nije modelirano u sklopu trodimenzionalnog modela, već je opterećenje od stepeništa nanešeno kao linijsko opterećenje na model konstrukcije.

2.5. Temeljna konstrukcija

Objekat se fundira na temeljnoj ploči $d=50$ cm, marka betona od koga se izvodi temeljna ploča je MB30, a armatura RA 400/500 i MA 500/560.

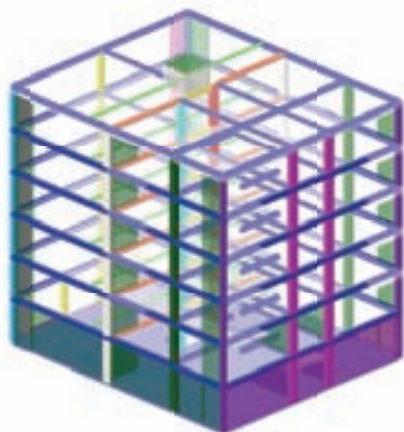
Proračun je sproveden prostornim modeliranjem konstrukcije tako što je temeljna ploča tretirana kao nosač na Vinklerovoj podlozi. Tlo je zamenjeno elastičnim oprugama postavljenim ispod čitave temeljne ploče. Za koeficijent posteljice je usvojena vrednost 10000 KN/m^3 . Izvršena je kontrola napona u tlu i kontrola na probijanje. Dozvoljena nosivost tla je $\sigma_{\text{dop}}=192,01 \text{ kN/m}^2$. Razmatrano područje, nalazi se u seizmičkoj zoni IX-og osnovnog stepena, zoni C3. Koeficijent seizmičnosti je $K_s=0,12$.

2.6. Krovna konstrukcija

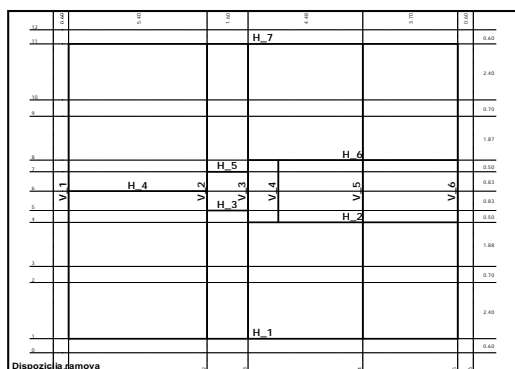
Krov na objektu je dvovodni. Krovna konstrukcija (21°) je dvovodna, izradjena na drvenoj podkonstrukciji i pokrivena je crepom. Drvena potkonstrukcija se oslanja na AB ploču.

2.7. Statički i dinamički proračun

Konstrukcija je modelirana prostorno u programskom paketu „TOWER 6.0“, slike 1 i 1a.



Slika 1. 3D izgled konstrukcije



Slika 1a. Dispozicija ramova

Analiza dejstva horizontalnih opterećenja, kao i modalna analiza, pretpostavlja nedeformabilnost tavanične konstrukcije u svojoj ravni. Statički i dinamički proračun

sproveden je na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi.

Svi elementi su armirani rebrastom armaturom RA 400/500 i MA 500/560, dok je za uzengije korišćena armatura GA240/360. Marka betona svih nosećih elemenata je MB30.

Za dimenzionisanje elemenata korišćena je anvelopa kombinacija graničnih uticaja.

2.8. Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: stalno opterećenje, prema JUS U.C7.123/1988, koga čine sopstvena težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice, montažni nosači) i težine nenosivih elemenata (zidovi ispune, podovi, stepenici); pritisak zemlje; korisno opterećenje, u funkciji namene površina, prema JUS U.C7.121/1988; opterećenje snegom iznosi $0,75 \text{ kN/m}^2$ osnove površina izloženih dejstvu snega; opterećenje vetrom je analizirano saglasno aktuelnim standardima JUS U.C7.110, 111 i 112; temperaturna promena, navedeno opterećenje je aplicirano na sve konstruktivne elemente koji se nalaze iznad zemlje kao povećanje temperature u osi štapova (odnosno srednje ravni kod ploča) od 15°C ; seizmičko opterećenje je analizirano metodom statički ekvivalentnog opterećenja saglasno Pravilniku [1] (I kategorija objekta, II kategorija tla, IX seizmička zona).

2.9. Dimenzionisanje

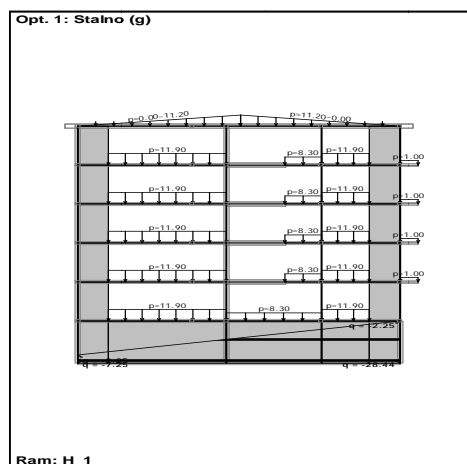
Statički proračun i dimenzionisanje su sprovedeni korišćenjem računarskog programa „TOWER 6.0“. Celokupna konstrukcija je modelirana kao prostorni model.

Dimenzionisanje elemenata konstrukcije rađeno je prema Pravilniku BAB'87 [2] i [3], takođe u programu „TOWER 6.0“.

Prilikom proračuna greda, torziona krutost je redukovana na 10%. Grede su proračunate na savijanje oko ose dominantnog momenta, dok je proračun stubova izvršen za oba pravca simetrično.

Proračun seizmičkih zidova je rađen bez pomoći odgovarajućih softverskih alata, prema poznatim metodama statike konstrukcija, oslanjajući se na dobijene rezultate proračunskog modela u „TOWER 6.0“.

Na slici 2 prikazano je opterećenje od sopstvene težine rama u osi H1. Položaj ose H1 je prikazan na slici 1a.



Ram: H_1

Slika 2. Ram u osi H1, od sopstvene težine

3. REZULTATI ANALIZE MODELA "FERT" TAVANICE I PUNIH PLOČA

Analiza modela "fert" tavanice i punih ploča je urađena u programskom paketu AxisVM 7. Pri analizi je uzeto da je beton marke MB30. Analiza je urađena na pločama oslonjenim na dva kraja dimenzija 3.2x3.2m, 4.0x4.0m i 5.2x5.2m. Dimenzije ploča su proistekle od rastojanja rebara "fert" tavanice (osno 40cm).

Pri analizi, "fert" tavanica je modelirana od rebara na rastojanju od 40cm i pune ploče debljine 4cm, ukupne visine od 20cm, slika 3.



Slika 3. izgled modela fert tavanice

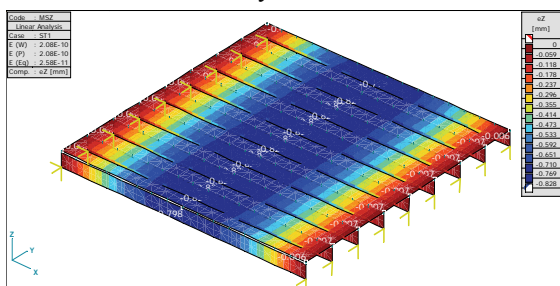
Zamjenjujuće dimenzije rebara u modelu su $b/h=9.865/16$ cm što je proisteklo iz uporedne analize na linijskom elementu stvarnog trapezoidnog oblika, tj. dimenzija i zamjenjujućeg pravougaonog oblika, tj. dimenzija.

Cilj analize je pronalaženje zamjenjujuće pune ploče, koja će imati iste ugibe kao i "fert" tavanica pri izradi modela u nekom od specijalizovanih softverskih paketa za analizu konstrukcija, pri čemu će se pojednostaviti izrada modela konstrukcija.

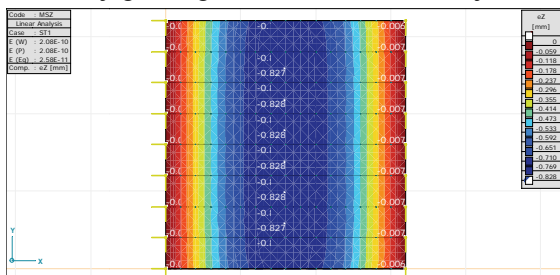
Na sledecim slikama su prikazani uporedni rezultati fert tavanice i zamjenjujuće pune ploče. Razmatrane su dve opcije zamjenjujućih ploča. U prvom slučaju je uzeta ista debljina ploča 20 cm i zamjenjujući model elastičnosti. U drugom slučaju je model elastičnosti usvojen isti ($E_x=E_y=3050$ KN/cm²), a promenila se debljina pune ploče.

1. Tavanica 3.20x3.20 m

- a) Fert tavanica $d=20$ cm, $maxf=0.828$ mm, modul elastičnosti $E_x=E_y=3050$ kN/cm²

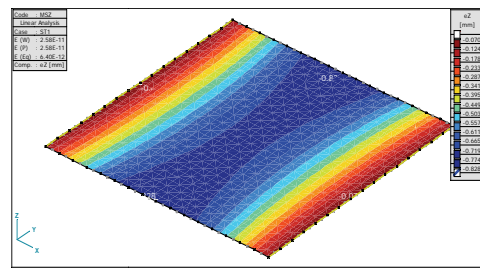


Dijagram ugiba fert tavanice izometrija



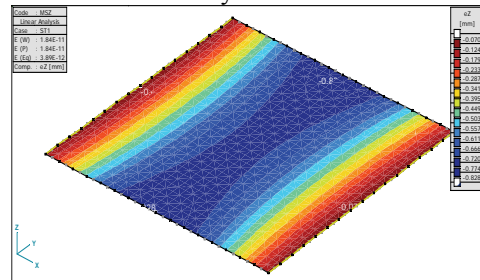
dijagram ugiba fert tavanice osnova

- b) Puna ploča $d=20$ cm, $maxf=0.828$ mm, modul elastičnosti $E_x=E_y=1473$ KN/cm²



dijagram ugiba pune ploče $d=20$ cm, i smanjenog modula elastičnosti

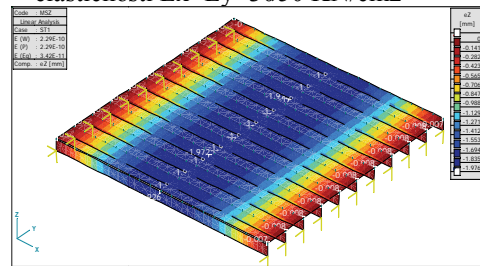
- c) Puna ploča $d=15.70$ cm, $maxf=0.828$ mm, modul elastičnosti $E_x=E_y=3050$ KN/cm²



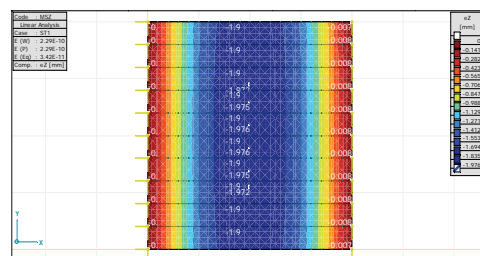
dijagram ugiba pune ploče redukovane debljine, i nepromenjenog modula elastičnosti

2. Tavanica 4.00x4.00 m

- a) Fert tavanica $d=20$ cm, $maxf=1.976$ mm, modul elastičnosti $E_x=E_y=3050$ KN/cm²

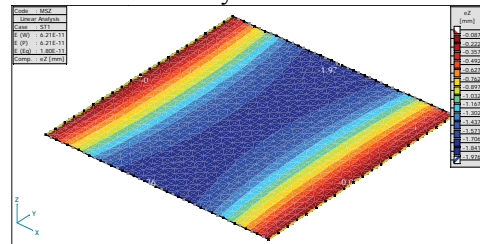


dijagram ugiba fert tavanice izometrija



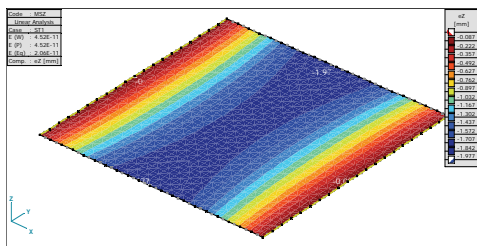
dijagram ugiba fert tavanice osnova

- b) Puna ploča $d=20$ cm, $maxf=1.976$ mm, modul elastičnosti $E_x=E_y=1418$ KN/cm²



dijagram ugiba pune ploče $d=20$ cm, i smanjenog modula elastičnosti

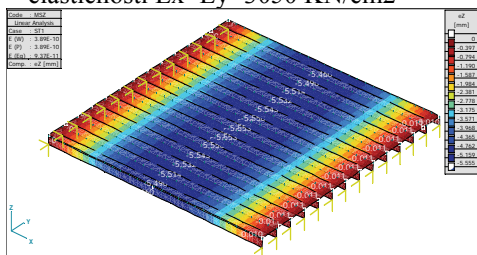
- c) Puna ploča $d=15.50$ cm, $maxf=1.977$ mm, modul elastičnosti $E_x=E_y=3050$ KN/cm



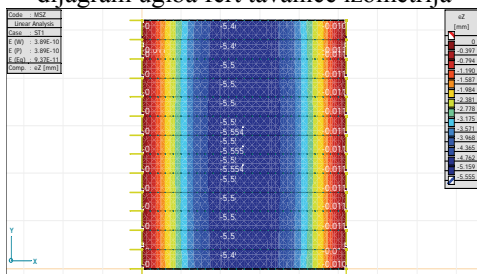
dijagram ugiba pune ploče redukovane debljine, i nepromenjenog modula elastičnosti

3. Tavanica 5.20x5.20 m

- a) Fert tavanica $d=20\text{cm}$, $\max f=5.555\text{ mm}$, modul elastičnosti $E_x=E_y=3050\text{ KN/cm}^2$

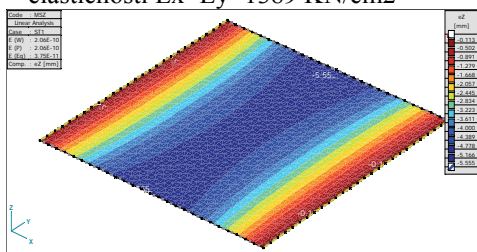


dijagram ugiba fert tavanice izometrija



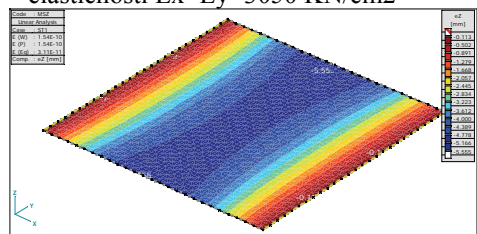
dijagram ugiba fert tavanice osnova

- b) Puna ploča $d=20\text{cm}$, $\max f=5.555\text{ mm}$, modul elastičnosti $E_x=E_y=1389\text{ KN/cm}^2$



dijagram ugiba pune ploče $d=20\text{cm}$, i smanjenog modula elastičnosti

- c) Puna ploča $d=15.39\text{cm}$, $\max f=5.555\text{mm}$, modul elastičnosti $E_x=E_y=3050\text{ KN/cm}^2$



dijagram ugiba pune ploče redukovane debljine, i nepromenjenog modula elastičnosti

Iz priloženih primera se može zaključiti da pri izradi modela "fert" tavanice u sklopu konstrukcije može kao zamena da se uzmu sledeća dva slučaja punih ploča:

- Puna ploča debljine $d=20\text{ cm}$ i modula elastičnosti $E=1418\text{ KN/cm}^2$,
- Puna ploča debljine $d=15.5\text{ cm}$ i modula elastičnosti $E=3050\text{ KN/cm}^2$.

Prikazani rezultati važe samo u slučaju konstrukcija koje se izvode od betona marke MB30, dok je za ostale konstrukcije potrebno uraditi isti tip analiza samo za datu marku betona da bi se mogla usvojiti potrebna zamenjujuća puna ploča za "fert" tavanicu.

4. ZAKLJUČAK

Predmet istraživanja u ovom radu su mogući MKE modeli za dati konstrukcijski sistem, a cilj istraživanja je formulisanje jednog "optimalnog" (dovoljno tačnog i dovoljno racionalnog), tj. "kompromisnog" modela koji može da se primenjuje i u svakodnevnoj projektantskoj praksi.

Za formulisanje MKE modela kod ovog tipa konstrukcijskog sistema bilo je potrebno da se usklade suprotstavljeni zahtevi:

- tačnost MKE modela i
- racionalnost MKE modela.

Ovde se pojam "tačnost" razmatra u domenu inženjersko-projektantskog posla. U tom smislu tačnost modela predstavlja performansu koja se meri i određuje na osnovu upoređenja rezultata analize primenom različitih MKE modela [4].

Kao osnova za poređenje ("etalon") uzima se MKE model najveće moguće (ili dovoljno velike) kompleksnosti, čiji parametri na najbolji mogući način opisuju modelirani realni sistem. Parametri su: broj KE, oblik KE, tip KE, način modeliranja prelaznih i konturnih uslova, način modeliranja dejstva (opterećenja), način modeliranja ponašanja materijala i tretman nelinearnih fenomena.

Racionalnost (ili tzv. "numerička efikasnost") MKE modela je performansu koja pokazuje mogućnost modela da se u "prihvatljivom" intervalu vremena i uz primenu "široko dostupnih" računskih sredstava (računar i CASA softver) dođe do inženjerski "prihvatljivog" rezultata.

Kombinacija MKE modela sa performansom "tačnosti" i "racionalnosti" dala je jedan prihvatljiv MKE model kao "optimalni" rezultat. Model je prihvatljiv u smislu:

- sigurnosti (daje dovoljno tačnu informaciju o nosivosti, stabilnosti u upotrebljivosti sistema),
- pouzdanosti (pogodan je za rešavanje tog i sličnih tipova problema jer uvek daje rezultate koji mogu da se interpretiraju na isti način) i
- "uslovljenosti" ili robusnosti (nije osetljiv na male promene parametara).

5. LITERATURA

- [1] Zbirka Jugoslovenskih pravilnika i standarda za građevinske konstrukcije.
- [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] Kovačević D.: MKE modeliranje u analizi konstrukcija, Građevinska knjiga, Beograd, 2006, 336 str.

Kratka biografija:

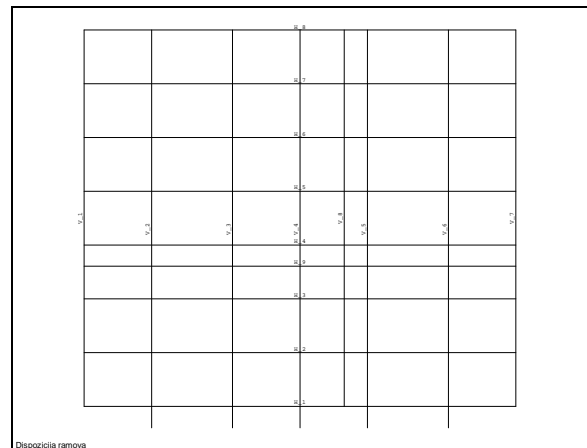
Tamara Ilić rođena je u Foči 1978. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - konstrukcije odbranila je u septembru 2016. godine.

**PROJEKAT VIŠESPRATNE STAMBENO- POSLOVNE ZGRADE
SA ANALIZOM PLOČA NA PROBIJANJE****DESIGN OF MULTI- STOREY RESIDENTIAL AND COMMERCIAL BUILDING
WITH ANALYSIS OF PUNCHING SHEAR RESISTANCE IN FLAT SLABS**Nataša Roksandić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast- GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – U radu je prikazan deo projekta stambeno-poslovne zgrade, opis konstrukcije, analiza opterećenja, rezultati proračuna i način dimenzionisanja elemenata. Takođe, dat je i prikaz proračuna osiguranja ploča od probijanja prema EC2, ACI i PBAB 87.

Abstract- This paper describes a design of a multistorey residential and commercial building, and includes main segments of the project: description of the construction, load analysis, design results and dimensioning. The paper also contains analysis of punching resistance in flat slab by EC2, ACI and PBAB87.

Ključne reči: Projekat zgrade, Skeletni sistem, Analiza ploča na probijanje.



Slika 1: Šema osa

1. UVOD

Projektnim zadatkom predviđeno je projektovanje stambeno-poslovne AB zgrade, skeletnog tipa sa platnima za ukrućenje. Objekat je spratnosti Su+Pr+5 i nalazi se u Novom Sadu. Konstruisanje elemenata i detalja je sprovedeno u skladu sa domaćim Pravilnikom [1] a pri tome zadovoljeni su zahtevi postavljeni arhitektonskim rešenjem kako bi se obezbedili uslovi udobnog stanovanja i poslovanja. Zgrada je u osnovi pravougaona, definisani su gabariti, raster stubova, namena pojedinih površina, lokacija i konstruktivni sistem.

2. OPIS PROJEKTA**2.1. Projektni zadatak i arhitektonsko rešenje**

Zgrada se izvodi kao skeletni sistem sa platnima za ukrućenje. Položaj konstruktivnih elemenata definisan je sa sedam poprečnih i osam podužnih osa, što je prikazano na slici 1. Međusobni rasponi između osa su 5.0 i 6.0 m u poprečnom pravcu i 4.0 m u podužnom pravcu. Objekat je projektovan kao stambeno-poslovni, sa ulaznim holom, stepeništem i liftom i poslovnim prostorom u prizemlju. U suterenu su projektovane garaže kao i potrebne tehničke prostorije. Na preostalim spratovima projektovane su stambene jedinice u rasponima od garsonjera do trosobnih stanova. U prizemlju su projektovani poslovni prostori, ulazni hol sa stepeništem i liftom. Na I, II, III, IV i V spratu nalazi se osam stambenih jedinica. U stambenoj zgradi projektovano je ukupno 40 stambenih jedinica. Spratna visina svih etaža je 2.97 m.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Đorđe Ladinović.

2.2. Konstruktivni sistem zgrade

Objekat je projektovan u klasičnom sistemu skeletne armiranobetonske (AB) konstrukcije, kombinacijom AB stubova, greda i ploča, sa AB platnima za ukrućenje objekta.

Međuspratna konstrukcija je projektovana kao sistem kontinualnih krstasto armiranih ploča u oba pravca. Međuspratne konstrukcije su debljine 15 cm, primaju gravitaciono opterećenje jednogsprata i prenose ga na grede i stubove objekta. Pored toga međuspratna konstrukcija ukrućuje sistem u horizontalnom pravcu i prima horizontalne sile i prenosi ih dalje na vertikalne elemente (stubove i zidove za ukrućenje). Glavno stepenište u objektu se sastoji iz dve kose ploče i horizontalnog međupodesta. Stepenište je uklješteno u dve međuspratne tavanice. Korišćena je marka betona MB 35.

Dimenzije greda u podužnom i poprečnom pravcu su $b/d = 30/40$ cm. Armiranje greda je izvedeno armaturom RA 400/500 prema PBAB i pravilniku za seizmiku.

Dimenzije stubova su kroz celu visinu objekta jednake i iznose $b/d = 55/55$ cm. Stubovi su projektovani tako da zadovoljavaju propisane uslove iz pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju u seizmički aktivnim područjima. Betoniraju se betonom MB 35. Armiranje stubova vrši se armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema pravilniku PBAB i Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima.

Zidovi za ukrućenje postavljani su u oba ortogonalna pravca i njihova uloga je da prime i prenesu na temelje horizontalna seizmička opterećenja i doprinesu celokupnoj krutosti zgrade. Zidna platna su u poprečnom i podužnom pravcu dimenzija $d = 25$ cm dok su zidovi lift-

ovskog okna, u oba pravca dimenzija $d = 15$ cm. Zidovi za ukrućenje su projektovani tako da zadovoljavaju propisane uslove iz pravilnika o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima. Korištena je marka betona MB 35. Armiranje zidova vrši se armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB i pravilniku za seizmiku.

U podrumu su projektovani armiranobetonski zidovi debljine $d = 25$ cm. Njihova uloga je da prime opterećenje od tla. Armiranje zidova vrši se armaturom RA 400/500 i izvršeno je prema PBAB i pravilniku za seizmiku.

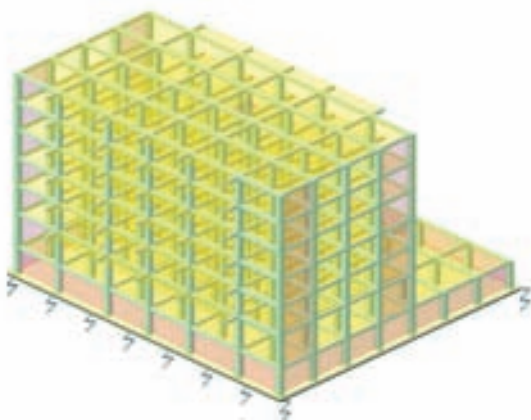
Fundiranje objekta je izvršeno na temeljnoj ploči debljine $d = 60$ cm. Temeljna ploča se izvodi od armiranog betona. Ispod temeljne ploče nasipa se tampon sloj šljunka debljine 10 cm i sloj mršavog betona debljine 5 cm. Preko sloja mršavog betona se postavlja hidroizolacija koja je sa gornje strane zaštićena slojem nearmiranog betona debljine 5 cm. Korištena je marka betona MB 35, a armatura RA 400/500. Dozvoljeni napon u tlu je dobijen u geomehničkom elaboratu i on iznosi $\sigma_{doz} = 250$ kN/m².

2.3. Analiza opterećenja

Analizirani su sledeći slučajevi opterećenja: stalno opterećenje, prema SRPS U.C7.123/1988, čine sopstvena težina konstrukcije (stubovi, grede, zidna platna, tavanice) i težine nenosivih elemenata (zidovi ispune, podovi, krovne obloge, fasadne obloge). Korisna opterećenja su u funkciji namene prostorije i naneta su kao površinska, prema SRPS U.C7.121/1988. Opterećenje snegom iznosi 0.75 kN/m² osnove krova (Sl. list SFRJ 61/48). Opterećenje vetrom je analizirano saglasno aktuelnim standardima SRPS U.C7.110, 111 i 112 i naneto je kao površinsko opterećenje koje je konvertovano u linijsko raspodeljeno opterećenje po stubovima u oba ortogonalna pravca. Seizmičko opterećenje je analizirano metodom statički ekvivalentnog opterećenja saglasno Pravilniku [1] (II kategorija objekta, II kategorija tla, VIII seizmička zona).

2.4. Statički i dinamički proračun

Konstrukcija je modelirana prostorno u programskom paketu Tower 6.0, korišćenjem linijskih i površinskih konačnih elemenata (slika 2).

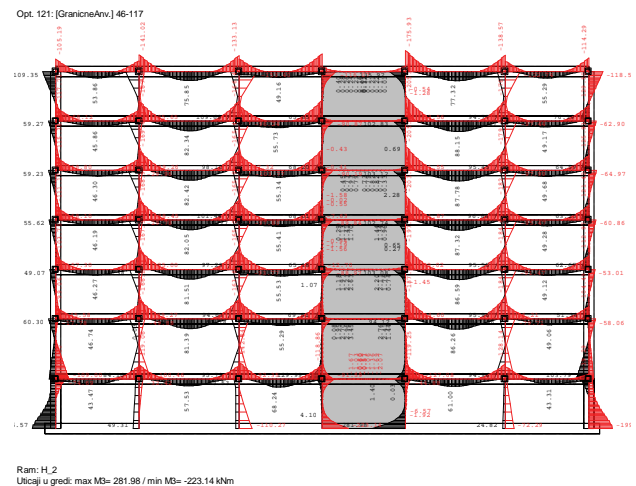


Slika 2: 3D izgled konstrukcije

Proračunski model zgrade se sastoji iz linijskih (grede, stubovi) i površinskih (ploče, zidovi) konačnih elemenata. Opterećenja na model su aplicirana kao linijska i povr-

šinska, saglasno analizi opterećenja, a posebno za svaki slučaj osnovnog opterećenja.

Pri formiranju proračunskog modela korišćena je gusta mreža konačnih elemenata (stranica elementa 0.25 m). Tlo je modelirano pomoću Vinklerovog (*Winkler*) modela podloge – elastične opruge koje odgovaraju koeficijentu posteljice od 25 MN/m³.



Slika 3: Ram u osi 3, anvelopa momenta M_3

Analiza horizontalnih opterećenja, kao i modalna analiza, pretpostavlja nedeformabilnost tavanice konstrukcije u svojoj ravni. Statički i dinamički proračun sproveden je na modelu kod koga su kombinovani linijski i površinski elementi. Modalna analiza je sprovedena sa realnim rasporedom masa bez redukovanja faktora krutosti i modula elastičnosti seizmičkih zidova što omogućuje realniji prikaz sadejstva ploča i seizmičkih zidova.

2.5. Dimenzionisanje i armiranje elemenata

Svi elementi su dimenzionisani saglasno važećim propisima [1], [2], prema uticajima merodavnih graničnih kombinacija opterećenja, za šta je iskorištena opcija korištenog softvera kao i poštujući specifične zahteve aseizmičkog projektovanja. Na osnovu toga, usvojena je armatura u preseccima vodeći računa o minimalnim procentima armiranja za svaki specifični element posebno.

Grede su dimenzionisane prema graničnim momentima savijanja i transversalnim silama. Momenti savijanja dali su podužnu armaturu u zategnutoj zoni preseka, a na osnovu transversalnih sila određena je poprečna armatura-uzengije.

Stubovi su sračunati i dimenzionisani kao simetrično armirani elementi ($A_{a1} = A_{a2}$) prema graničnim momentima savijanja, normalnim i transversalnim silama. Procenat armiranja stubova približno je oko 1.5%. U stubovima je kontrolisan nivo aksijalnog napreznja usled eksploatacionog opterećenja, koji prema zahtevima aseizmičkog projektovanja mora da zadovolji sledeći izraz: $N_e/A \leq 0.35\beta_k$, gde je N_e aksijalna sila usled eksploatacionih opterećenja, A površina preseka, a β_k karakteristična čvrstoća betonske prizme na pritisak.

Zidna platna za ukrućenje su dimenzionisana na osnovu graničnih momenta savijanja, normalnih i transversalnih sila u kritičnim preseccima. U preseccima gde nije bila potrebna računsa, usvojena je minimalna količina armature na osnovu minimalnog propisanog procenta armiranja koji iznosi

0.45 %. Kao i kod stubova i ovde je kontrolisan nivo aksijalnog naprezanja po nešto strožijem kriterijumu: $N_c/A \leq 0.20\beta_k$. Krstasto armirane ploče dimenzionisane su na osnovu graničnih momenata savijanja u oba ortogonalna pravca. Kod temeljne ploče izvršena je kontrola ploče na probijanje. Ploča svojom debljinom na pojedinim preseccima nije zadovoljila uslove probijanja, prekoračen je smičući napon i dobijena je dodatna armatura za obezbeđenje od probijanja.

U sklopu dimenzionisanja provereni su naponi u tlu kao i pomeranje konstrukcije usled vetra i seizmičkih sila pri čemu su proračunske vrednosti ostale u dozvoljenim granicama.

3. ANALIZA PLOČA NA PROBIJANJE

3.1 Uvod

Istraživanja osiguranja ploča od probijanja započela su sa pojavom ravnih međuspratnih tavanica i još uvek su aktuelna. Za proračun osiguranja od probijanja, zbog kompleksnosti problema, još uvek nema potpune i pouzdane teorije, pa se proračuni uglavnom baziraju na podacima eksperimentalnih istraživanja.

Većina istraživanja osiguranja od probijanja odnose se na ploče direktno oslonjene na stubove (bez kapitela), jednako rapodeljeno opterećene, i na unutrašnje stubove. Mnogo manje su istraženi proboji pri istovremenom delovanju vertikalnih i horizontalnih sila, kao i za stubove na ivici i u uglovima ploče. Propisi nekih zemalja daju, za te slučajeve, preporuke ili približne obrasce za proračun koji se takođe zasnivaju na eksperimentalnim podacima.

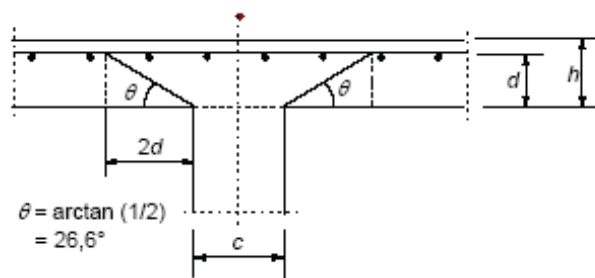
Lom AB ploča usled probijanja može nastati kada na ploču deluje veliki teret na maloj površini, usled opterećenja velikim koncentrisanim silama ili kada je ploča oslonjena direktno na stubove. Do probijanja ploča dolazi zbog velikih smičućih napona, odnosno glavnih napona zatezanja. Granično stanje sloma se manifestuje stvaranjem zarubljenog konusa ili piramide oko opterećene površine.

Kritični preseki na kojima se kontroliše napon smicanja različito su definisani u zavisnosti od standarda pojedinih zemalja (na različitim udaljenostima od stuba). Kada debljina ploče nije dovoljna za osiguranje nosivosti na proboj, treba predvideti poprečnu armaturu, pojačanje vrha stuba ili neke druge vrste osiguranja za dejstvo poprečnih sila.

3.2. Analiza ploča na probijanje prema EC2

Pogodan proračunski model za proveru loma pri probijanju u graničnom stanju nosivosti dat je na slici 4. Osnovni kontrolni obim može se usvojiti na rastojanju od $2d$ od opterećene površine i treba da je tako konstruisan da ima minimalnu dužinu.

Postupak proračuna napona smicanja usled probijanja zasniva se na određivanju napona smicanja u kontrolnim preseccima duž ivica stuba i osnovnog kontrolnog obima u_1 . Ukoliko se pri proračunu na osnovnom kontrolnom preseccu pojavi potreba za armaturom za prijem smicanja, treba odrediti dalji kontrolni obim $u_{out,ef}$ na kojem armatura za prijem smicanja više nije potrebna.



Slika 4. Proračunski model prema EC2

Definisani su sledeći naponi smicanja (u MPa) duž kontrolnih preseca:

$v_{Rd,c}$ - proračunska vrednost graničnog napona smicanja od probijanja ploče (proračunska vrednost čvrstoće pri smicanju) bez armature za prijem smicanja u kontrolnom preseccu.

$v_{Rd,cs}$ - proračunska vrednost graničnog napona smicanja od probijanja ploče sa armaturom za smicanje u posmatranom kontrolnom preseccu

$v_{Rd,max}$ - proračunska vrednost maksimalnog napona smicanja od probijanja u posmatranom preseccu.

Maksimalni napon smicanja od probijanja usled spoljašnjeg opterećenja dobija se iz izraza 1:

$$v_{Ed} = \beta (V_{Ed} / u_i d) \quad (1)$$

Gde se preko koeficijenta β u proračun uvodi uticaj momenta savijanja usled ekscentričnosti oslonačke reakcije. Preporučene vrednosti ovog koeficijenta su: $\beta = 1.5$ za ugaoni stub, $\beta = 1.4$ za ivični stub i $\beta = 1.15$ za unutrašnji stub. V_{Ed} je proračunska sila smicanja usled spoljašnjeg opterećenja.

Na osnovu navedenog potrebno je izvršiti sledeće kontrole:

1) Po obimu stuba, ili po obimu opterećene površine, proračunska vrednost maksimalnog napona smicanja od probijanja ne sme da bude prekoračena:

$$v_{Ed} < v_{Rd,max} \quad (2)$$

2) Armatura za prijem smicanja nije potrebna ukoliko je:

$$v_{Ed} < v_{Rd,c} \quad (3)$$

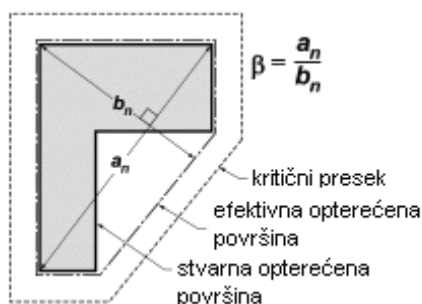
3) Kada je u posmatranom kontrolnom preseccu:

$$v_{Ed} > v_{Rd,c} \quad (4)$$

potrebno je predvideti armaturu za smicanje od probijanja.

3.3. Analiza ploča na probijanje prema ACI

Kritični presek na kome se kontroliše napon smicanja nalazi se na osnovnom kontrolnom obimu b_0 (perimeter b_0), koji je na udaljenosti $d/2$ od ivice stuba, gde je d statička visina ploče. Za stubove koji imaju razuđen oblik poprečnog preseca, kritični presek i vrednost koeficijenta β (odnos stranica stuba) se dobija kao što je prikazano na slici 5.



Slika 5. Vrednost koeficijenta β za razuđene preseke

Ploče neće biti potrebno armirati poprečnom armaturom ukoliko je zadovoljen uslov:

$$\varphi \cdot V_n \geq V_u \quad (5)$$

gde je V_u - maksimalna sila probijanja u kritičnom preseku, φ - redukcijски koeficijent za čvrstoću, V_n računска nosivost na probijanje.

$$V_n = V_c V_s \quad (6)$$

gde je V_s udeo armature u nosivosti na probijanje, a V_c udeo betona u nosivosti na probijanje.

Sila V_c se dobija kao najmanja vrednost od sledeća tri izraza:

$$V_c = (2 + 4/\beta) \sqrt{f'_c} b_o d \quad (7)$$

gde je β - odnos duže i kraće dimenzije stuba;

$$V_c = (\alpha_s d / b_o + 2) \sqrt{f'_c} b_o d \quad (8)$$

$\alpha_s = 40$ za središnje stubove, $\alpha_s = 30$ za ivične stubove i $\alpha_s = 20$ za ugaone stubove;

$$V_c = 4 \sqrt{f'_c} b_o d \quad (9)$$

b_o je obim kritičnog preseka, d statička visina ploče a f'_c čvrstoća betona pri pritisku.

U proračunu se V_c ne uzima da bude veće od $8 \sqrt{f'_c} b_o d$.

Kada na ploču osim vertikalnog opterećenja deluju i horizontalne sile (vetar, seizmika) ili kada se stubovi nalaze uz ivicu ili u uglu ploče, javlja se jedan neuravnotežen momenat savijanja koji treba preneti sa ploče na stub. Američki propisi daju preporuke za određivanje glavnih smičućih napona u kritičnom preseku ploče izazvanih prenosom poprečne sile i momenta savijanja sa ploče na stub.

Jedan deo momenta prihvata se savijanjem ploče, a drugi deo momenta i poprečna sila moraju biti prihvaćeni ekscentričnim smicanjem u kritičnom preseku. Raspodela poprečnih sila po jedinici konture, odnosno smičućih napona po kritičnom preseku, zavisi o položaju stuba u odnosu na ploču.

3.4. Analiza ploča na probijanje prema PBAB 87

Pravilnik BAB 87 zahteva da se u vertikalnim presecima ploče oko stuba sračunaju uticaji relevantni za sigurnost ploče na probijanje, i po potrebi izvrši osiguranje kritičnih preseka poprečnom armaturom. Treba istaći da se analiza proračuna prema PBAB 87 zasniva na dopuštenim naponima, a proverа se vrši za eksploataciona opterećenja, tako što se maksimalni smičući napon τ upoređuje sa dopuštenim naponima smicanja.

Maksimalni računски smičući napon usled probijanja treba računati za presek 1-1 pomoću izraza:

$$\tau = T_{max} / O_{kp} h_s \quad (10)$$

gde je T_{max} najveća transverzalna sila pri eksploatacionom opterećenju za kritični presek 1-1, h_s srednja statička visina za dva usvojena pravca armiranja, a O_{kp} obim preseka oko stuba.

U članu 221 našeg Pravilnika [1] definisane su granice napona smicanja. Računски napon smicanja mora da zadovolji uslov:

$$\tau \leq \gamma_2 \tau_b \quad (11)$$

Kada je:

$$\tau \leq 2/3 \gamma_1 \tau_a \quad (12)$$

nije potrebna računска armatura za prijem sila zatezanj jer je beton sposoban da primi i prenese transverzalnu silu koja deluje u kritičnim presecima.

Ako se napon τ nalazi u intervalu:

$$2/3 \gamma_1 \tau_a \leq \tau \leq \gamma_2 \tau_b \quad (13)$$

mora se za preuzimanje transverzalne sile T_{max} predvideti dodatna poprečna armatura A_{ak} .

4. ZAKLJUČAK

Proračunom poprečne armature za osiguranje ploče od probijanja dobila su se tri vrlo različita rezultata. Proračunom prema PBAB 87 ($A_a = 81.78 \text{ cm}^2$) dobijano je znatno više armature za osiguranje od probijanja nego prema druga dva metoda. Ovaj metod proračuna dosta je konzervativan, a pošto se zasniva na dopuštenim naponima neće se još dugo primenjivati. Metodom proračuna prema EC2 se dobilo $A_a = 7.168 \text{ cm}^2$, dok se metodom proračuna prema ACI propisima ($A_a = 6.04 \text{ cm}^2$) dobilo da nije potrebna dodatna armatura za osiguranje ploče od proboja. Razlog tome je mali doprinos betona i drugih faktora nosivosti nakon raspucavanja.

5. LITERATURA

- [1] Grupa autora: *Beton i armirani beton* prema BAB 87, knjiga 1, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [2] Grupa autora: *Beton i armirani beton* prema BAB 87, knjiga 2, Univerzitetska štampa, Beograd, 2000.
- [3] Ž. Radosavljević, D. Bajić: *Armirani beton 3*, Građevinska knjiga, Beograd, 2007.
- [4] *Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings*, Management Centre, Brussels, december 2004.

Kratka biografija:



Nataša Rokсандić rođena je u Osijeku 1986. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu iz oblasti Građevinarstva – Konstrukcije, odbranila je 2016. godine.

**REKONSTRUKCIJA NASIPA NA TISI MAKOŠ-ŽUTI BREG
RECONSTRUCTION LEVEE ON TISA MAKOS-ZUTI BREG**Emil Jocković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Na desnoj obali reke Tise, uzvodno od naselja Ada, za vreme sprovođenja vandrednih mera odbrane od poplava, u aprilu 2006. godine, izgrađen je privremeni nasip. Svojom funkcijom sprečio je katastrofu i uspešno odbranio Adu i Sentu kao i 5000 ha poljoprivrednog zemljišta. Ovaj odbrambeni nasip se nalazi na visokoj obali "Žuti Breg" i svojim položajem prati Tisu. U proteklom vremenu usled meteoroloških uticaja (vetra, kise, mraza) privremeni nasip je u velikoj meri oštećen. Došlo je do erodiranja obe kosine i do smanjenja gabarita nasipa, a telo i prinasipski pojas je obrastao vegetacijom. S obzirom da je privremenog karaktera i da nema potrebnu visinu, ni dimenzije, nameće se potreba za izradom novog nasipa. Pojačanje i nadvišenje odbrambene linije na desnoj obali Tise od Ritskog brega do Makoša u dužini od 4.23 km, obrađeno je ovim zadatkom.

Ključne reči: *Regulacione građevine, Odbrambeni nasip, Hidraulička analiza*

Abstract – On right coast of river Tisa, upstream of settlement Ada, during time of implementation emergency measures in April year 2006. Is built temporary levee. With it's function levee prevented disaster and succesfully defended Ada and Senta also 5000 ha of agricultural land. This defensive levee is located on high coast „Žuti breg“ and it's position folows Tisa. During the time temporary levee is damaged by weather impacts (wind, rain, frost). There has been erosion on both slopes and reduction of levee gabarait, body and ambience of levee is overgrowth with vegetation. Considering that levee is temporal and doesn't have required height, or dimensions, is imposed need for construction of new levee. Amplification and camber of defensive line on right coast of Tisa from Ritski breg to Makos in lenght 4.23 km, is processed in this task.

Key words: *regulatory structures, defensive levee, hydraulic analysis*

1. UVOD

Nasipi su najznačajnije regulacione građevine. To su veliki zemljani objekti koji se grade van osnovnog korita. Njima se korito za veliku vodu sužava i tako sprečava plavljenje šireg priobalja u kome su izgrađena naselja, industrija ili već uređeno poljoprivredno zemljište.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Srđan Kolaković, red.prof.

Pri projektovanju nasipa potrebno je definisati trasu, dimenzije, karakteristike konstrukcije i materijal za izgradnju nasipa.

Izgradnjom ovog nasipa na stacionaži od km 107+226,47 do km 111+462,50 kompletirao bi se nasipski pojas duž celog toka reke Tise kroz našu zemlju. Namena mu je da u slučaju pojave poplavnog talasa štiti Sentu, Adu i 5000 ha poljoprivrednog talasa od velike vode.



Slika 1. Situaciona karta reke Tise na delu između Sente i Ade

2. TEHNIČKO REŠENJE

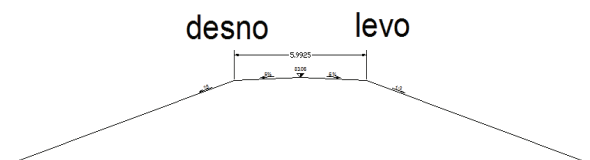
Kao tehničko rešenje se uvek uzimaju podaci na osnovu nekih ranijih iskustava, karakteristična rešenja koja se uglavnom koriste, a zatim se ta rešenja analiziraju i proveravaju da bi se utvrdilo da kao takva odgovaraju i podležu hidrauličkim i drugim ispitivanjima.

2.1. Trasa nasipa

Novi nasip je dužine 4,23 km, stacionaže od km 107+226,47 do km 111+462,50 i lociran je u granicama parcele predviđenim za ovu namenu, zaobilazeći izgrađene objekte, privatne parcele i voćnjake. Desna obala Tise, duž cele deonice, zahvaćena je erozijom koja mestimično godišnje odnese oko 1m širine pojasa zemljišta i zbog toga je trasa nasipa povučena od obale preko 50m uz pretpostavku da će se sanacioni radovi obale izvršiti u najkasnijem mogućem roku.

2.2. Poprečni profili nasipa

Kao poprečni profil nasipa usvojen je profil sa nagibom branjene i nebranjene kosine od 1:3. Usvojen je blaži nagib da bi se moglo vršiti nesmetano održavanje kosina (košenje). Visina nasipa je usvojena kao merodavna velika voda za reku Tisu koja se javlja jedanput u 100 godina (stogodišnja voda) nadvišena za 1m. Na osnovu ovih parametara visina krune nasipa je na koti 83,20 mm. Kruna nasipa je širine 6m, sa dvostranim nagibom 5% zbog da se voda ne bi zadržavala.



Slika 2. Poprečni profil nasipa

2.3. Rampe

Pošto novi nasip u većoj merizauzima položaj postojećeg starog nasipa, za kretanje vozila do krune koristeće se već postojeće rampe koje će se nadvisiti na potrebnu visinu novog nasipa. Širina krune rampi je 3m sem na rampi koja se nalazi na stacionaži, km 109+927,31 gde je širina 6m, a podužni nagib 1:8.

Predviđena mesta za rampe su na sledećim stacionažama:

- 108+306,73 km
- 108+530,38 km
- 109+927,31 km
- 110+374,55 km
- 111+350,62 km

2.4. Objekti na trasi nasipa

Od vodoprivrednih objekata koji se nalaze u neposrednoj blizini novog nasipa na stacionaži km 109+946,15 nalazi se upusno-ispusna ustava crpne stanice Kaloča koja ne zadire u trasu novog nasipa.

2.5. Oprema nasipa

Na kruni nasipa se postavljaju nasipske kapije. Njihova namena je spreče oštećenja krune nasipa. U zavisnosti od širine puta ili krune nasipa mogu biti širine 3m ili 6m. Kod obostranih rampi one su postavljene jedna naspram druge upravno na osu krune nasipa, dok kod jednostranih na sam kraj puta, pri ulazu na nasip.

2.6. Pozajmišta

Na nebranjenom delu nasipa, između obale Tise i nožice novog nasipa predviđeno je pozajmište materijala za izgradnju nasipa. Lokacija pozajmišta materijala određena je tako da se koristi materijal povoljnih geomehničkih karakteristika, da se smanji transporta daljina materijala, izbegava uništavanje obradivog zemljišta.

U poprečnom smislu minimalno rastojanje od ivice pozajmišta do obale iznosi 8m, dok je potrebno rastojanje od nožice novog nasipa do druge ivice pozajmišta 5m zbog kretanja mehanizacije.

Dubina pozajmišta je 1,4m, a nagib kosina 1:2.

3. HIDRAULIČKI PRORAČUN

Koristeći se radovima Dr. Karla Rezniceka publikovanim u knjizi „Operativna odbrana od poplava“ analizirano je štetno dejstvo opterećenja poplavnim talasima na odbrambeni nasip i tlo ispod njega u vidu različitih uticaja (filtracija, sufozija, lom tla, rušenje obale, klizanje tela nasipa, erozija od talasa).

Kao merodavno opterećenje nasipa usvojen je poplavni talas reke Tise, verovatnoće pojave 1% (stogodišnja voda).

Sigurnost deonice odbrambene linije protiv štetnog dejstva opterećenja poplavnim talasom defenisana je minimalnim koeficijentom sigurnosti njenog kritičnog profila. Kritični profil deonice odbrambene linije definišu konstruktivne, hidrogeološke, geomehničke i ostale karakteristike, merodavne za proveru koeficijenta sigurnosti nasipa na navedene uticaje.

Kao rešenje usvojeno je da se telo nasipa izrađuje od koherentnog materijala iz pozajmišta, a kao karakterističan profil izabran je profil na stacionaži km 110+500 nasipa, a rezultate analize zemljišta na mestu pozajmišta i budućeg nasipa preuzete su iz geomehničkog elaborata.

Tabela 1. Hidrogeološke karakteristike profila tla

Сонда и стационажа	Дебљина слоја (m)	Класификација	Коефицијент филтрације K (cm/s)	Кохезија C (kN/m ²)	Запремина ска маса (kN/m ²)	Критични градијент I. кт
SB-4	2.1	Cl	4.9 x 10 ⁻⁹ m/s	18.7 φ=19.5°	15.45	12
St.110+500	2.5	CL	3.0 x 10 ⁻⁹ m/s	13.5 φ=22.2°	16.1	
	5.4	MN	6.9 x 10 ⁻¹⁰ m/s			

3.1. Analiza filtracije kroz nasip

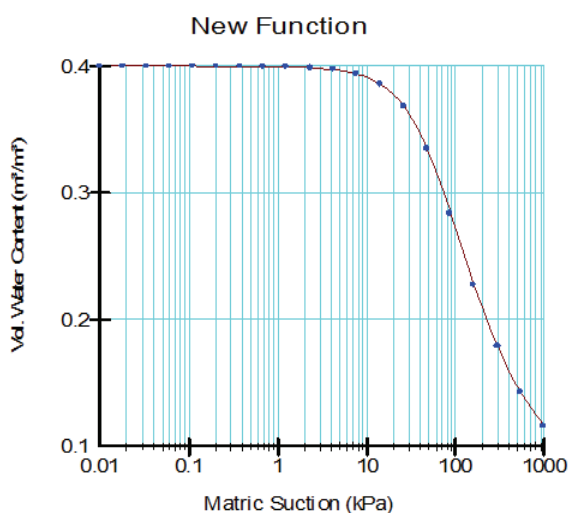
Proračun filtracione linije je izvršen za rekonstruisan profil nasipa, na deonici Tise od Ritskog Brega do Makoša za maksimalni nivo vode u Tisi od 82,20 mm i krunom nasipa na 83,20 mm.

Generalno, podtlo se sastoji od slojeva nisko do srednjeplastične gline i prašine. Kompletan nasip raditi od gline. Pozajmište gline se nalazi u nebranjenom delu, odnosno u prostoru između trase budućeg nasipa i Tise, a istovetnih je karakteristika kao i telo starog nasipa.

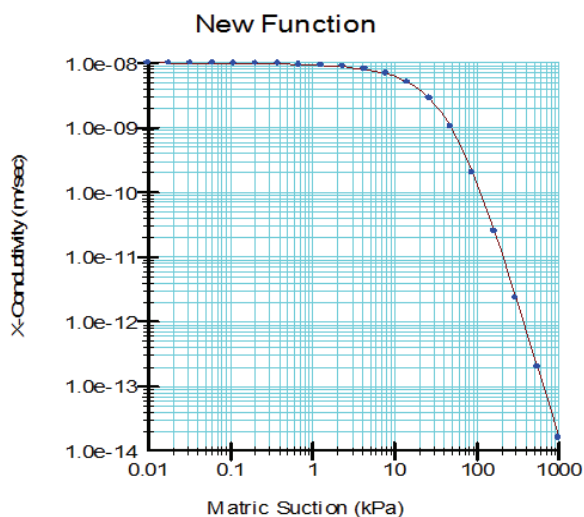
Analiza tla je rađena preko uzimanja uzoraka iz sondažnih bušotina čija je dubina dosegla do 72,00 mm, a slojevi peska nisu konstantovani što je veoma povoljno po budući nasip.

Proračun filtracione linije izvršen je koristeći softver GeoStudio 2007-SEEP/W.

Računski program iterativno određuje položaj filtracione linije kroz nasip, vodeći računa o geometriji, graničnim uslovima i hidrauličkim karakteristikama materijala. Na osnovu laboratorijskih ispitivanja preuzetih iz geomehničkog elaborata vodopropusnost koherentnog materijala iznosi od 10⁻⁸ do 10⁻⁹ m/s.



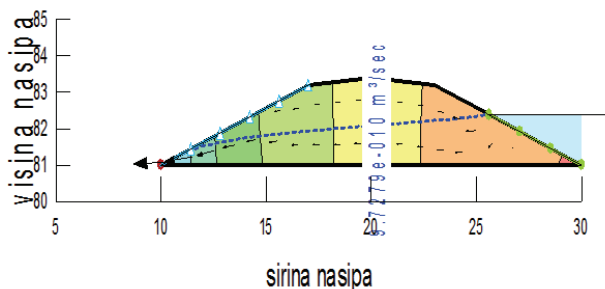
Grafik 1. Zapreminska sadržina vode u sloju prašinate gline



Grafik 2. Vodopropusnost sloja prašinate gline

Za proračun filtracije, računaska vodopropusnost gline je $k=10^{-8}$ m/s. Imajući u vidu karakteristike aluvijalnih naslaga, pretpostavljena je anizotropija vodopropusnosti $k_H/k_V=2$.

Prema rezultatima proračuna za telo nasipa od koherentnog materijala proticaj iznosi $9,727 \times 10^{-10}$ m³/s ili 0,000084 m³/dan/m.



Slika 3. Filtraciona linija sa rezultatom vrednosti proticaja

Dobijenom vrednosti proticaja zaključujemo da je filtracija kroz nasip veoma mala i da je izabrani materijal pogodan za korišćenje.

3.2. Analiza stabilnosti kosina

Minimalni faktor stabilnosti nizvodne i uzvodne kosine, prema metodi granične ravnoteže, prikazani su u tabeli 3.

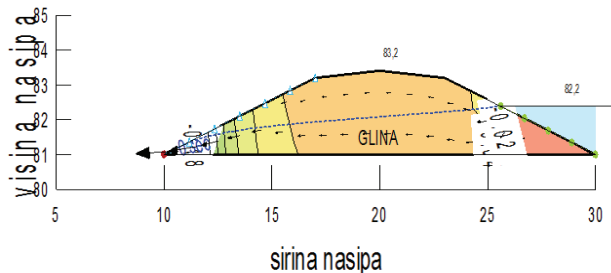
Tabela 2. Minimalni faktor stabilnosti nizvodne i uzvodne kosine

		оптерећење	Низводна косина	Узводна косина
Насип од кохерентног материјала	статичко		3.74	4.81
	сеизмичко		2.48	2.99

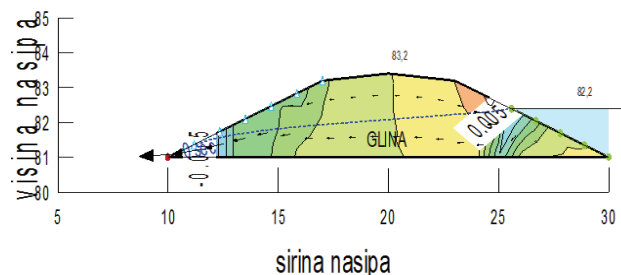
Na osnovu faktora sigurnosti u tabeli 2., može se zaključiti da predloženi tipski profili imaju dovoljan faktor sigurnosti nizvodne i uzvodne kosine nasipa.

3.3. Sigurnost protiv sufozije

Kao što je do sad navedeno, geomehnički sastav visokog terena u potezu „Ritski Breg-Makoš“, je specifičan, tj potpuno se razlikuje od aluvijalnog terena pa uobičajena šema filtracije i opterećenja tla u ovom slučaju nije promenljiva. Tlo je izgrađeno od kopnenog lesa veće moćnosti sloja, a ima izraženu veću vertikalnu u odnosu na horizontalnu filtraciju, kao i pojavu smanjenja koeficijenta filtracije sa dubinom.



Slika 4. Izolinije horizontalnog gradijenta i_x



Slika 5. Izolinije vertikalnog gradijenta i_y

Na slici 4. i slici 5. Dobijenih analizom u programu GeoStudio 2007 prikazane su izolnije horizontalnih i vertikalnih hidrauličkih gradijenata. Najveći horizontalni hidraulički gradijent u zoni preseka uzvodne kosine sa vodom iznosi $i_x=-0,26$ (smer levo). Najveći vertikalni hidraulički gradijent u zoni preseka uzvodne kosine sa vodenim ogledalom iznosi $i_y=0,005$ (smer levo).

Na osnovu ovih rezultata može se zaključiti da zbog malih hidrauličkih gradijenata neće doći do sufozije.

3.4. Sigurnost protiv loma branjenog tla

Kao u slučaju delovanja uticaja na sigurnost protiv sufozije, zbog specifičnog geomehničkog sastava, malih vrednosti hidrauličkih gradijenata može se zaključiti da je sigurnost protiv loma branjenog tla obezbeđena.

3.5. Sigurnost protiv rušenja obale

Kao što je već navedeno, desna obala reke Tise je zahvaćena erozijom koja godišnje odnese oko 1m širine zemljišta pa je trasa nasipa povučena od obale preko 50m, uz pretpostavku da će se sanacioni radovi u mirnom koritu reke izvršiti u najkasnijem mogućem roku.

4. TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA RADOVA

Na predviđenoj lokaciji za pozajmište materijala, treba izvršiti čišćenje terena od korova i šiblja buldožerom. Korov i šiblje gurati na daljinu od 50m, formirati gomile, a potom ih spaliti.

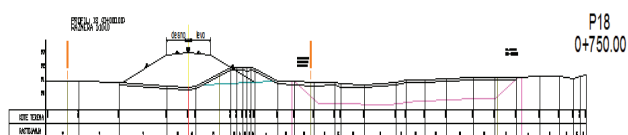
Duž cele trase postojećeg nasipa i sa pozajmišta materijala potrebno je izvršiti skidanje humusa debljine 20cm. Ovaj humus se privremeno deponije na prosečnu daljinu od 30m, na takvo mesto da ne smeta pri kretanju mašina.

Na mestu novog nasipa, izvršiti nabijanje posteljice vibroježem.

Za ugradnju zemljanog materijala u telo nasipa koristi se zemljani materijal iz postojećeg nasipa i iz pozajmišta. U ovoj poziciji vrši se iskop, transport i razastiranje buldožerom, sa transportnom daljinom do 50m.

Deo nasipa nije moguće graditi od materijala sa lica mesta, nego je potrebno koristiti materijal samo iz pozajmišta koje se nalazi na udaljenosti 1-3 km. Za ovaj deo nasipa iskop se vrši bagerom, a iskopan materijal se transportuje kamionima do predviđenog mesta za ugradnju. Ugradnja zemljanog materijala u telo nasipa obuhvata i razastiranje materijala, nabijanje vibroježevima, škarpiranje i uzimanje analize uzoraka iz svakog sloja, jer svaki sloj mora imati nabijenost 95% po Proktoru.

Nakon izgradnje nasipa postaviti stacionažne belege. Za stabilizaciju kosina novog nasipa vrši se zatravljivanje mešavinom trave u periodu godine predviđenom za setvu.



Slika 6. Karakterističan poprečni profil nasipa

5. ZAKLJUČAK

Problematika izgradnje nasipa za odbranu od poplava je višestruko složena. Prvo i najbitnije pitanje vezano za izgradnju je ekonomske prirode, odnosno isplati li se nasipe za odbranu od poplava graditi kao složene nasute građevine koje znatno poskupljuju izgradnju, ne znajući sa sigurnošću kada će i hoće li uopšte doći u funkciju.

S obzirom na klimatske promene koje se dešavaju mislim da je mnogo rentabilnije izgraditi odbrambeni nasip i time preventivno sprečiti katastrofu koja može da se desi u slučaju izlivanja reke i polave.

U master radu je odrađeno idejno rešenje odbrambenog nasipa na Tisi u cilju poboljšavanja sigurnosti, životnog standarda i životne sredine. Obuhvaćeno je tehničko rešenje, hidraulička analiza i tehnologija izvođenja radova.

6. LITERATURA

- [1] Dr. Karlo Reznicek: "Operativna odbrana od poplava", Građevinski fakultet Subotica 1987. Godine
- [2] Elaborat pojačanja i nadvišenja odbrambene linije od Makoša do Bačkog Petrovog Sela, Sveska 1 i Sveska 2, „Hidrozavod“ Novi Sad, 1986. Godina
- [3] Elaborat pojačanja nadvišenja odbrambene linije od Makoša do Bačkog Petrovog Sela, knjiga VIII-Geotehnička istraživanja, 1 i Sveska 2, „Hidrozavod“ Novi Sad, 1986. Godina
- [4] "Geomehnički elaborat", Geoexpert iz Subotice
- [5] Dr. Matija Stpić: Skripta "Primer i uputstvo za GeoSlope 2007", hidraulika 2
- [6] Sajt: www.geo-slope.com

Kratka biografija:

Emil Jocković rođen je u Zrenjaninu 1990. godine. Posle završene gimnazije u Novom Bečeju upisuje studije na Fakultetu tehničkih nauka u Novom sadu, odsek-Građevinarstvo. Zvanje Diplomiranog inženjera građevine stekao je 2014. Godine. Master rad na istom fakultetu odbranio je 2016. godine.

TEHNOLOŠKA ANALIZA PROCESA PREFABRIKACIJE STUBOVA ZA SISTEM PROTIVGRADNIH MREŽA**TECHNOLOGICAL ANALYSIS OF PRECAST COLUMNS PROCESS FOR SYSTEM OF ANTI-HAIL NETS**Darko Mirković, Jasmina Dražić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAĐEVINARSTVO**

Kratak sadržaj – Rad prikazuje tehnološku analizu procesa prefabrikacije stubova za sistem protivgradnih mreža. Detaljno je opisan tok proizvodnje, sve aktivnosti (operacije) proizvodnog ciklusa. Sprovedena je komparativna analiza dve varijante proizvodnje, u cilju opravdanosti ulaganja u reinženjering proizvodnog pogona.

Abstract – This paper presents technological analysis of precast columns process for system of anti-hail nets. Production flow and all production cycle activities are explained in detail. Comparative analysis of two production variants is conducted, for investment justification in reengineering process.

Ključne reči: protivgradna mreža, stubovi, tehnološka analiza, komparativna analiza, resursi

1. UVOD

Proizvodnja građevinskih elemenata je složen proces koji podrazumeva veliki broj operacija, visok stepen automatizacije procesa, složenu organizaciju proizvodnje, ali i velika početna materijalna ulaganja [1]. Da bi se postigao osnovni cilj: optimalan odnos između kvaliteta i troškova proizvodnje, pribegava se racionalnijem obliku proizvodnje- prefabrikaciji. Efikasnost procesa proizvodnje podrazumeva i detaljnu analizu projekta pre početka samog procesa proizvodnje. Prilikom analize, potrebno je usvojiti odgovarajuću tehnologiju i celokupnu organizaciju proizvodnje, kao preduslove uspešne realizacije celokupnog projekta.

U ovom radu razmatrani su problemi proizvodnje stubova za sistem mreža za protivgradnu zaštitu, sa akcentom na tehnološku analizu procesa prefabrikacije, za proizvodnju na jednoj i dve proizvodne linije. Proizvodnja stubova podrazumeva niz aktivnosti koje uslovno zavise jedna od druge.

Svaka aktivnost sa sobom nosi određeni niz problema koje je potrebno rešiti i preduprediti da bi ta aktivnost, a samim tim i celokupna proizvodnja nesmetano funkcionisala.

To se postiže dobrim, sistematskim inženjerskim pristupom, podržanim adekvatnim naučnim metodama planiranja.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jasmina Dražić, red. prof.

2. SISTEM PROTIVGRADNIH MREŽA

Zbog učestale promene klime i naglih pojava grada koji poljoprivrednicima nanose veliku materijalnu štetu potrebno je bilo osmisлити vid zaštite koji ne mora da se unapređuje i za koji je potrebno minimalno ulaganje za održavanje. Takav vid zaštite pristupačan je velikom broju poljoprivrednika, zbog lake dostupnosti svih elemenata sistema protivgradne mreže, zbog svoje rentabilnosti, jednostavnosti montaže i pouzdanosti sistema zaštite.

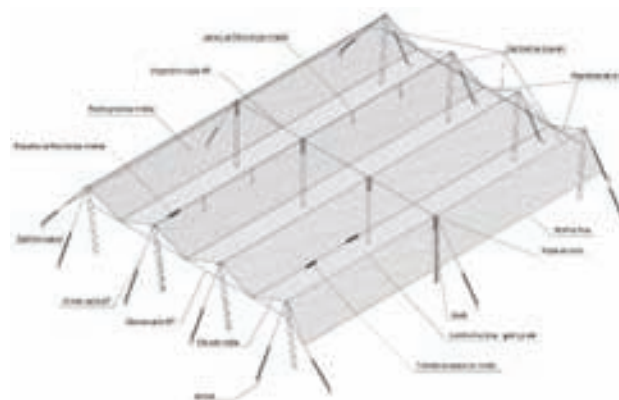
Ukoliko se voćnjak ne zaštiti na pravi način, rizik je veliki i štete su ogromne. Ulaganja koja se u početku mogu činiti velika, na kraju bivaju opravdana, jer poljoprivrednik koji ima pouzdanu zaštitu može planski da posluje, računajući na stopostotnu iskorišćenost svojih proizvoda.

2.1. Stub kao element sistema protivgradnih mreža

Sistem protivgradnih mreža sastoji se od:

- stubova,
- mreža,
- čeličnih žica,
- sajli,
- ankera,
- plastičnih kapa i
- niza različitih zatezača i pričvršćivača.

Šematski prikaz namontiranog sistema protivgradne mreže prikazan je na slici 1.






Slika 1. Šematski prikaz namontiranog sistema protivgradne mreže

Stubovi služe da prihvate i prenesu opterećenje vetra i težinu grada, kao i da budu oslonac protivgradnoj mreži koja se razastire preko određene površine. U radu su razmatrani problemi proizvodnje stubova. Obuhvaćeni su stubovi tri različita poprečna preseka (tabela 1):

- TIP 1 - 71 x 80 [mm]
- TIP 2 - 96 x 118 [mm]
- TIP 3 - 140 x 133 [mm]

Tabela 1. *Specifikacija stubova*

STUBOVI	
<p>TIP 1</p> 	<p>Koristi se u voćnjacima i vinogradima kao stub u polju, rasterski stub.</p> <p>Predviđa ugradnju 4 sajli za prednaprezanje sa 3 žice, $\phi=2,25\text{mm}$ svaka.</p>
<p>TIP 2</p> 	<p>Koristi se u voćnjacima i vinogradima, kao obodni stub.</p> <p>Predviđa ugradnju 6 sajli za prednaprezanje sa 3 žice, $\phi=2,25\text{mm}$ svaka.</p>
<p>TIP 3</p> 	<p>Koristi se u voćnjacima i vinogradima kao vetrobran i ugaoni stub.</p> <p>Predviđa ugradnju 12 sajli za prednaprezanje sa 3 žice, $\phi=2,25\text{mm}$ svaka.</p>

3. PROIZVODNJA PREDNAPREGNUTIH BETONSKIH STUBOVA

Tok proizvodnog procesa prefabrikacije stubova se sasatoji od 22 aktivnosti (pozicije): podizanje najlona panela i greda, otpuštanje sile u proizvodnoj liniji, razmeravanje i obeležavanje stubova, odizanje stubova, sečenje stubova, pakovanje stubova, ručno čišćenje kalupa, čišćenje kalupa mašinom, priprema kalupa (premazivanje-uljenje kalupa), brisanje ulja sa kalupa, uvlačenje sajli u 1. blok, uvlačenje sajli u 2. blok, uvlačenje sajli u 3. blok, unošenje sile prednaprezanja, postavljanje vibroletve, izlivanje betona i postavljanje distancera, uzimanje uzoraka, skidanje viška betona vibroletvom, formiranje gornje ivice stubova mašinom za glačanje, postavljanje greda panela i najlona, termička obrada (zaparavanje) i pranje alata i mašina.

Sve pozicije su sukcesivno povezane i izvode se jedna za drugom, prate jedna drugu. Planiranje i upravljanje proizvodnjom podrazumeva da svaka aktivnost traje određen vremenski interval, što obezbeđuje da se kompletan ciklus proizvodnje završi u toku jedne smene.

U prostoru za proizvodnju stubova za protivgradnu mrežu sve se dešava na vibrostolu dužine 81m. Na stolu se proizvodi 20 stubova dimenzije poprečnog preseka 7x8cm, 3 stuba dimenzije poprečnog perseka 10x12cm i

jedan stub dimenzije poprečnog preseka 13x14cm. Sve mašine koje se koriste za pripremne radove, betoniranje, sečenje stubova, čišćenje kalupa postavljaju se na vibrosto. Direktno sa stola se skidaju stubovi kao gotovi proizvodi, koji se kasnije klasifikuju i razvrstavaju po kategoriji.

Na slici 2 prikazana je jedna aktivnost proizvodnje-obeležavanje stubova za sečenje.



Slika 2. *Obeležavanje stubova za sečenje*

4. KOMPARATIVNA ANALIZA DVE VARIJANTE PROIZVODNJE STUBOVA

Zbog velike potražnje za betonskim stubovima za protivgradnu mrežu kapacitet jedne proizvodne linije je postao nedovoljan da odgovori potrebama kupaca, pa se pojavila potreba za povećanjem kapaciteta proizvodne linije. U cilju opravdanosti ulaganja u reinženjering proizvodnog pogona, analizirani su realni pokazatelji proizvodnje, ulaz (resursi) i izlaz broj proizvedenih elemenata (količine ugrađenog betona), za dve varijante proizvodnje:

- varijanta 1 - proizvodnja na jednoj proizvodnoj liniji i
- varijanta 2 - proizvodnja na dve proizvodne linije.

Hala u kojoj se nalazi pogon za prefabrikaciju je čelična konstrukcija, sa glavnim rešetkastim nosačima i rožnjačama, pokrivena limom kao krovnim pokrivačem. U drugoj varijanti proizvodnje, proizvodna linija novi kalup (vibrosto), se postavlja pored postojećeg, ali tako da se sa središnjeg dela hale pristupa na oba stola. Pošto novi sto treba da dođe na mesto postojećih prostorija, promene u hali su zahtevale rušenje zidova.

Za pozicioniranje nove radne površine, bilo je potrebno proširiti radni prostor. Sa dodavanjem drugog vibrostola određene pozicije u prvoj varijanti proizvodnje su pretrpele izmene. U slučaju jednog vibrostola svi elementi su bili fiksni. Sa uvođenjem drugog vibrostola, određeni elementi su propratno došli uz drugi vibrosto, dok za neke karakteristične elemente koji su se koristili na oba stola bilo je potrebno predvideti dve pozicije. Sa planom uvođenja novog stola bilo je potrebno izmestiti i pozicije za čišćenje, lagerovanje i pakovanje stubova. U zavisnosti od broja i dužina stubova, površine za pakovanje stubova variraju. Kako je aktivnost sečenja stubova dosta kraća od vremena pakovanja, viljuškar može da postigne tempo

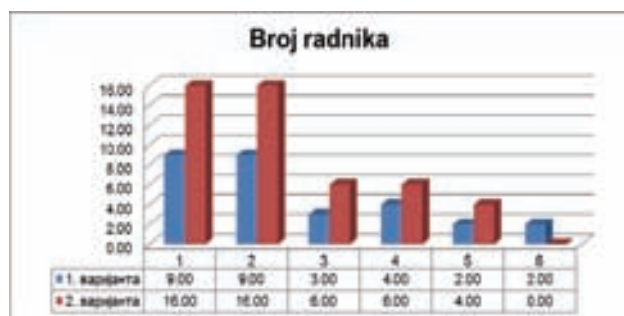
pakovanja stubova. U varijanti proizvodnje sa jednim stolom površina za pakovanje ne sme biti manja od $A=64,2m^2$.

Svaki proces proizvodnje mora da ima svoj dinamički plan, kako bi se uspostavila neometana i neprekidna proizvodnja. Da bi proizvodnja opravdala uložena sredstva potrebno je detaljno razraditi dinamički plan, koji podrazumeva racionalno raspoređivanje i upravljanje resursima u datom vremenskom periodu. Postoji više metoda koje se mogu primeniti kod planiranja dinamike proizvodnje. Na osnovu trajanja aktivnosti, poštujući redosled njihovog odvijanja u proizvodnom ciklusu, u ovom radu je metodom ciklograma planirana proizvodnja za obe varijante i sračunati su osnovni resursi (broj radnika i količina ugrađenog betona), za jednodnevni ciklus proizvodnje.

4.1. Uporedna analiza pokazatelja proizvodnje

Numeričke vrednosti pokazatelja proizvodnje, za obe varijante su upoređivane, a njihov odnos je prikazan grafikonima.

Na grafikonu 1. prikazane su uporedne vrednosti broja radnika, za obe varijante proizvodnje.



Slika 3. Grafikon 1- Broj radnika

1. broj radnika koji radi u pogonu za osmočasovnu smenu
2. broj radnika na ukupnoj radnoj površini koja je predviđena za pakovanje stubova
3. broj radnika koji direktno rade na stolu, čiste betoniraju
4. broj radnika koji u smeni čiste i pakuju stubove dimenzije poprečnog preseka 7x8cm
5. broj radnika koji u smeni čiste i pakuju stubove dimenzije poprečnog preseka 10x12cm
6. broj radnika koji u smeni čiste i pakuju stubove dimenzije poprečnog preseka 13x14cm.

Na grafikonu 1. pod stavkom 5, se vidi da je za drugu varijantu proizvodnje potrebno 4 radnika koji pakuju stubove.

Ako je potrebno, moguće je prebaciti dva radnika sa pozicija čišćenja i pakovanja stubova dimenzija poprečnog preseka 10x12cm na čišćenje i pakovanje stubova dimenzije poprečnog preseka 7x8cm.

Kada je čišćenje i slaganje stubova privedeno kraju, radnici sa pozicije za čišćenja stubova prelaze na poziciju čišćenja kalupa, a viljuškarista prati ovu operaciju (ostavlja sve stubove na mesto za čišćenje).

Kada se očisti kalup, a premazivanje kalupa bude pri kraju, radnici se vraćaju na poziciju za čišćenje stubova, a druga ekipa prelazi na poziciju uvlačenja armature za prednaprežanje

Količina ugrađenog betona za jedan kalup (vobrosto) u 1. varijanti iznosi $12m^3$, naime, za stubove dimenzija poprečnog preseka 7x8cm potrebno je $8,2m^3$ betona, za stubove dimenzija poprečnog preseka 10x12cm potrebno je $2,42m^3$ betona, a za stubove poprečnog preseka 13x14cm potrebno je izdvojiti $1,38m^3$ betona. Za betoniranje su predviđena dva automiksera kapaciteta $6m^3$. Razmatrana je i varijanta sa jednim automikserom od $12m^3$, ali je ona skuplja, pošto takav automikser mora da ima posebnu dozvolu za kretanje u saobraćaju. Za drugu varijantu prefabrikacije količina ugrađenog betona je veća, ali ne dva puta veća, jer su stolovi rekonstruisani i prilagođeni za proizvodnju samo stubova dimenzija poprečnog preseka 7x8cm i stubova dimenzija poprečnog preseka 10x12cm. Za tu količinu stubova potrebno je $22,86 m^3$ betona, odnosno $16,4m^3$ za stubove dimenzije poprečnog preseka 7x8cm i $6,46 m^3$ za stubove dimenzije poprečnog preseka 10x12cm.

Uporedne vrednosti količina ugrađenog betona prikazane su grafikonom 2.



Slika 4. Grafikon 2 - Količine ugrađenog betona

U zavisnosti od porudžbine, dužine proizvedenih stubova mogu da variraju. Osnovna dužina stubova iznosi $L=450cm$. Kada dužinu kalupa od $L=81m$ podelimo sa dužinom stuba, dobijamo 18 rezova. U svakom rezu, po širini stola, nalazi se 20 stubova dimenzije poprečnog preseka 7x8cm, 3 stuba dimenzije poprečnog preseka 10x12cm, i 1 stub dimenzije poprečnog preseka 13x14cm.

U prvoj varijanti dnevno se proizvodi 360kom stubova dimenzije poprečnog preseka 7x8cm, 54kom stubova dimenzije poprečnog preseka 10x12cm i 18kom stubova dimenzije poprečnog preseka 13x14cm.

Sa reorganizacijom proizvodnog pogona i uvođenjem drugog kalupa (vibrostopla) u proizvodnju, broj proizvedenih stubova se povećao, ali su stubovi dimenzije poprečnog preseka 13x14cm izbačeni iz proizvodnje, jer je potražnja za njima bila smanjena. U drugoj varijanti proizvodi se 720kom stubova dimenzije poprečnog preseka 7x8cm i 144kom stubova dimenzije poprečnog preseka 10x12cm.

Uporedna analiza broja proizvedenih stubova prikazana je na grafikonu 3.



Slika 5. Grafikon 3 - Broj proizvedenih stubova

Sa povećanjem proizvodnje raste i površina proizvodnog pogona. Uprvoj varijanti proizvodnje celokupni prostor ima površinu $A=611,69m^2$, dok u drugoj varijanti ta površina iznosi $A=1644,79m^2$.

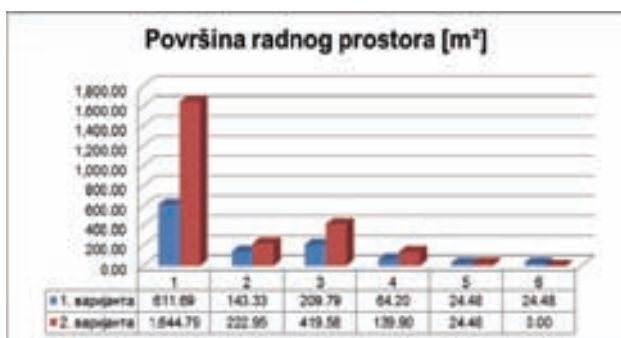
Ove površine obuhvataju i prostor za pakovanje i čišćenje svih stubova, kao i celokupnu površinu komunikacionog prostora.

Ukupna radna površina u prvoj varijanti proizvodnje iznosi $A=143,33m^2$, a u drugoj $A=222,95m^2$. Površina od $A=209,79m^2$ odnosno površina od $A=419,58m^2$ predstavljaju čistu površinu samog stola u prvoj i drugoj varijanti.

Površina $A=64,2m^2$ odnosno površina $A=139,90m^2$ predstavlja površinu za čišćenje i pakovanje stubova dimenzija poprečnog preseka $7x8cm$.

U prvoj varijanti na površini $A=24,48m^2$ čistili su se stubovi dimenzija poprečnog preseka $10x12cm$ i dimenzija poprečnog preseka stubova $13x14cm$, ali sa postavljanje drugog stola, ukidanjem stuba sa najvećim poprečnim presekom, ta površina sada predstavlja zonu za pakovanje stubova dimenzija poprečnog preseka $10x12cm$.

Uporedna analiza površina proizvodnog prostora prikazana je na grafikonu 4.



Slika 6. Grafikon 4 - Površine proizvodnog prostora

Kada se količina ugrađenog betona stavi u odnos sa površinom radnog prostora, dobije se:

$$P_1 = 12/143,33 = 0,0837 \text{ m}^3/\text{m}^2, \text{ za 1. varijantu i}$$

$$P_2 = 22,86/222,95 = 0,1205 \text{ m}^3/\text{m}^2, \text{ za 2. varijantu.}$$

Upoređujući numeričke vrednosti ovih pokazatelja, prednost dajemo drugoj varijanti proizvodnje, jer obezbeđuje racionalnije korišćenje radne površine i obezbeđuje veću produktivnost proizvodnje.

5. ZAKLJUČAK

U radu je prikazan proces proizvodnje prefabrikovanih stubova za sisteme protivgradnih mreža, sa naglaskom na tehnološku analizu procesa prefabrikacije. Analizirane su i upoređivane dve varijante proizvodnje. Prva varijanta, podrazumeva proizvodnju na jednom vibrostolu (kalupu), a proizvodi se 360 stubova dimenzije poprečnog preseka $7x8cm$, 54 stuba dimenzije poprečnog preseka $10x12cm$ i 18 stubova dimenzije poprečnog preseka $13x14cm$. U drugoj varijanti, u dva kalupa proizvodi se 720 stubova dimenzije poprečnog preseka $7x8cm$ i 144 stuba dimenzije poprečnog preseka $10x12cm$. Opisan je proces proizvodnje, tok operacija (aktivnosti), kojima se postižu svi pozitivni efekti izabrane tehnologije i dobre organizacije proizvodnje.

Za proizvodnju stubova koristi se beton MB55/3, koji je najpovoljniji za postojeće uslove, kako u proizvodnji, tako i na terenu gde se postavljaju stubovi. Stub kao konačan proizvod mora da ima određen kvaitet. Kvalitet stuba u najvećoj meri zavisi od kvaliteta betona. Kvalitet betona, odnosno njegova čvrstoća na pritisak se proverava na početku svake smene, presom za ispitivanje uzoraka betona u vidu kocki, da bi se moglo nastaviti sa daljom proizvodnjom. Opisan proces prefabrikacije obezbeđuje pre svega jednostavnost i efikasnost proizvodnje, (veći proizvodni kapacitet), a konačan proizvod stub je dobrog kvaliteta. Dinamika procesa proizvodnje za obe varijante, je planirana metodom ciklograma, u kome se jasno sagledava tok proizvodnje i paralelizacija pojedinih aktivnosti.

U radu su prezentovani rezultati komparativne analize procesa proizvodnje za opisane varijante proizvodnje. Odnos ulaznih i izlaznih podataka za prvu i drugu varijantu je prikazan grafikonima. Iz grafikona se vidi da se povećanjem utroška betona i povećanjem radne snage koja je angažovana na izradi stubova druge varijante, postiže bolja iskorišćenost proizvodne površine, a samim tim ostvaruje i osnovni cilj proizvodnje – produktivnija proizvodnja.

6. LITERATURA

[1] Trivunić, M., Dražić, J.: „Montaža betonskih konstrukcija zgrada“, Univerzitet u Novom Sadu fakultet tehničkih nauka, AGM knjiga, Beograd, 2009.

Kratka biografija:



Darko Mirković rođen je u Beogradu 1988. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo – Tehnologija i organizacija građenja odbranio je 2016.god.



Jasmina Dražić rođena je u Novom Miloševu 1958.god. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2005.god., a od 2015.god. je u zvanju redovnog profesora. Oblast Zgradarstvo – građevinske konstrukcije i tehnologije.



RAZVOJ CEP KAO PODRŠKA SNABDEVANJU POLJOPRIVREDNIH GAZDINSTAVA
DEVELOPMENT OF CEP TO SUPPORT AGRICULTURAL HOUSEHOLDS

Nikola Aleksić, *Fakultet tehničkih nauka*, Novi Sad

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – U radu je prikazan razvoj CEP industrije u Srbiji i analiza potreba za prevozom opasnih supstanci (pesticida) kao zabranjenih supstanci za prevoz kurirskim službama.

Abstract – *This paper describes development of CEP industry in Serbia and needs analysis for the transport of dangerous substances as banned substances for transport whit courier service.*

Ključne reči: CEP, poštanski operatori, poljoprivredna gazdinstva

1. UVOD

Cilj ovog rada je da se utvrdi potražnja za prevozom opasnih materija od strane krajnjih korisnika (poljoprivredna gazdinstva) kao i tehnološka osnova za razvoj CEP (Courier Express and Parcel) usluga prenosa pošiljaka koje sadrže opasne materije.

2. CEP USLUGE

2.1. Kurirske usluge

Gledano kroz istoriju, kao prvi kuriri koristili su se golubovi pismošoš, kuriri na konjima, kao i kuriri koji su pešašoš dostavljali poruke i pakete. Danas, kurirske službe kao prevozna sredstava koriste od biciklova i motorciklova, za prevoz manjih paketa i pošiljaka na krašim rastojanjima, do vozova, brodova i aviona za prevoz velikih pošiljaka na velikim rastojanjima.

Kao premijum servis, kurirske usluge su obišno skuplje od standardnih poštskih usluga i njihove usluge su obišno ogranišene na pakete, gde se jedan ili vise ovih uslova smatra dovoljno važnim da opravda visoku cenu usluge.

U Srbiji danas posluje 49 kurirskih službi, a vodešoe su: Post express, AKS, BEX, City express, Daily express, DHL, FEDEX....

Pošetak pojavljivanja kompanija koje pružaju express prenos vezuje se za pošetak 20-og veka, ali se kompanije koje posluju u današnjem obliku pojavljuju tek 60-tih godina prošlog veka.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada šiji mentor je bila dr Dragana Šarac, vanredni profesor.

2.2. Express usluge

Vešina pošiljaka ima garanciju dostave 48 časova. U integrisanom transportnom lancu uspostavljena je kordinacija vazdušnog sa železniškim i drumskim saobrašajem, koji obezbeđuje vremenski preciznu dostavu od „od vrata do vrata“. Novi koncept dostave zahteva minimalno zadržavanje i brzu i pouzdanu podršku. U uslovima intenzivne tržišne konkurencije korisnici mogu da ošekuju maksimalnu pouzdanosti i prilagođenost usluge sopstvenim zahtevima.

2.3. Paketske usluga

Paketske usluge predstavljaju jedan od osnovnih servisa. Namenjene su fiziškim i pravnim licima koja žele da pošalju robu i razlišite predmete primaocima u zemlji i inostranstvu. Ove usluge spadaju u domen univerzalnih poštskih usluga. Paketi su registrovane poštske pošiljke, sa ili bez oznašene vrednosti, pakovane na propisan našin, koji sadrže robu i druge predmete.

3. CEP USLUGE U POŠTI SRBIJE

Pošta Srbije kao javni poštski operator, pruža univerzalnu poštsku uslugu. U domen univerzalne poštske usluge spadaju i usluge prijema, prenosa i urušenja paketa mase do 10kg i urušenje paketa do 20kg u dolazu iz međunarodnog poštskog saobrašaja. Pored univerzalne poštske usluge Pošta Srbije pruža i komercijalne ekspres i kurirske usluge, kao Post express uslugu [1].

3.1. Post express usluge

Post express usluge su komercijalne usluge dodatne vrednosti kojima se obezbeđuje najkraši i garantovani rok prenosa Post express usluge podrazumevaju prijem, preradu, prevoz i urušenje registrovanih ekspres pošiljaka u najkrašim rokovima, kako u unutrašnjem tako i u međunarodnom poštskom saobrašaju.

Vrste Post express usluga, u zavisnosti od roka urušenja pošiljke se dele na usluge „Danas za sutra“, „Danas za danas“, „Danas za odmah“, pozivnica i Post express zbirna pošiljka [2].

3.2. Uslovi pružanja Post express usluga

Pošta Srbije prenosi pošiljke svih korisnika od mesta prijema do mesta urušenja u propisanim i garantovanim rokovima, a u skladu sa uslovima pružanja Post express usluga i uz nadoknadu koju određuje važeši cenovnik preduzeša. Izbor našina i sredstava transporta predstavlja pravo i odgovornost Pošte Srbije.

Pošiljalac garantuje da je vlasnik, predstavnik vlasnika ili posrednik sadržaja pošiljke i izjavljuje da prihvata uslove prijema, prenosa i uručjenja, kao i da je prijemi obrazac popunio sam ili ga je popunio radnik Pošte Srbije u njegovo ime.

Pošiljalac garantuje:

- a) Da je sadržina pošiljke koja se šalje opisana tačno i precizno u delu prijemnog obrasca „opis sadržine“,
- b) Da su tačno upisani svi podaci pošiljaoca i primaoca
- c) Da je pošiljka koja se šalje upakovana tako da obezbeđuje siguran prenos, rukovanje i zaštitu njenog sadržaja, sadržaja drugih pošiljki i zaposlenih koji rukuju pošiljkom.

Dimenzije adresne strane Post express pošiljke ne mogu biti manje od 150mm x 105mm. Zbir dužine i obima na najširem mestu poprečno može biti najviše do 3000mm, s tim da najveća dimenzija može biti 1500mm.

Masa Post express pošiljke može biti najviše 50kg, odnosno 20kg za prijem na šalterima pošte. Obaveza pošte je da, u slučaju prijema na šalteru pošte, izvrši prijem Post express pošiljke, teže od 20kg, ukoliko postoje tehničke mogućnosti u pogledu uslova skladištenja, merenja i sl. (Slika 1.).



Slika 1. Tipizirana Post express ambalaža

3.3. Post express pošiljke sa posebnim i dopunskim uslugama

Posebne usluge su usluge kojima pošiljalac prilikom predaje Post express pošiljke zahteva poseban postupak u toku prijema, prenosa ili uručjenja pošiljke i mogu biti: vrednosna Post express pošiljka, otkupna Poste express pošiljka, pošiljka sa povratnicom i ličnim uručjenjem.

Dopunske usluge podrazumevaju usluge kojim pošiljalac ili primalac zahteva određen dopunski postupak u vezi sa pošiljkom.

Pošiljalac može, pri predaji pošiljka zahtevati sledeće dopunske usluge:

1. Pakovanje pošiljke,
2. Popunjavanje prijemnog obrasca,
3. Uručenje pošiljke na POST RESTANT,
4. Uručenje pošiljke na poštanski pregradak,
5. Uručenje pošiljke usluge „Danas za sutra“ u ponedeljak ukoliko je prijem u petak,
6. Povratna dokumentacija (sigurna dostava obrađenih dokumenata pošiljaocu: Ugovor, Polisa osiguranja, Dostavnica..),
7. Povratna dokumentacija Post express,

8. Osmočasovno angažovanje kurira – je usluga celodnevnog angažovanja kurira na prenosu korespodencije isključivo za potrebe firme koja je korisnik usluga,
9. SMS potvrda o uručjenju pošiljke – ova usluga može da se koristi kod usluga „Danas za sutra do 12h“ i „Danas za sutra do 19h“ kada poštarinu plaća pošiljalac u gotovini ili po fakturi ili treće lice,
10. Zahtev za izdavanje i dostavljanje potvrđenja o izvršenom uručjenju Post express pošiljke.

Primalac može, pre uručjenja Post express pošiljke, zahtevati sledeće dopunske usluge;

1. Nadoslanje pošiljke,
2. Uručenje pošiljke na POST RESTANT,
3. Uručenje pošiljke na poštanski pregradak,
4. Ponovna dostava ekspres pošiljke.

3.4. Prijem i prerada Post express pošiljaka

Post Express pošiljka može biti primljena na šalteru pošte ili posredstvom kurira.

Post express pošiljke otpremaju se u redovnim „PE“ zaključcima kako je to predviđeno Redom prevoza poštanskih pošiljaka.

„PE“ zaključci se otpremaju po pravilu u „PE“ vrcama i mogu se satojati od Post express, PTT – DHL i EMS pošiljaka. Karta „PE“ zaključaka je manipulativna isprava, koja se popunjava prema štampanom tekstu obrasca. Karta „PE“ zaključaka potpisuje se komisijski i overava otiskom žiga.

Spisak razmene je manipulativna isprava koja prati zaključak i služi kao dokument za vršenje razmene zaključaka.

Razmena „PE“ zaključaka se obavlja u skladu sa Pregledom kartovanja, na osnovu podataka upisanih u Spisak razmene, koji prati zaključak. Prilikom razmene zaključaka mora se izvršiti sravnjenje broja vreća i pošiljaka van vreće i proveriti ispravnost zaključaka upisanih u Spisak razmene. Svaka uočena nepravilnost zaključaka i pošiljaka van vreće mora se konstatovati u Spisku razmene.

Prispeli „PE“ zaključci i ostali zaključci koji sadrže Post express pošiljke, otvaraju se komisijski, pre svih ostalih zaključaka. Nakon toga vrši se sravnjivanje sadržine zaključaka sa upisanim podacima u Karti zaključaka. U slučaju bilo kakve nepravilnosti, odmah se Službenom Odjavom o neispravnosti obaveštava poštansko – logistički centar odnosno pošta, od koje je prispeo zaključak.

Primopredaja pošiljaka usluge „Danas za odmah“, koja se vrši van prostorija pošte, između kurira koji je izvršio prijem pošiljke i kurira koji će izvršiti uručjenje pošiljke, obavlja se na osnovu obrasca Primopredaja pošiljaka usluge „Danas za odmah“.

3.5. Uručivanje Post express pošiljaka

Pod uručjenjem Post express pošiljaka podrazumeva se predaja pošiljaka primaocu na naznačenoj adresi, odnosno predaja pošiljaka primaocu u prostorijama pošte.

Pod dostavom pošiljaka podrazumeva se predaja pošiljaka primaocu na naznačenoj adresi. Pokušaj dostave vrši se samo jedanput, a za ponovnu dostavu korisnik mora da zahteva dopunsku uslugu Ponovna dostava express pošiljke.

Pod isporukom pošiljaka podrazumeva se predaja pošiljaka primaocu u prostorijama pošte.

4. POLJOPRIVREDNA GAZDINSTVA KAO KORISNICI CEP USLUGA

CEP pošiljke trenutno ne mogu sadržati opasne materije poput otrova (pesticide), te ni jedan poštanski operator ne pruža ovu vrstu CEP usluga u Srbiji [3], [4], [5].

Ipak, značajan je broj potencijalnih korisnika ovih CEP usluga. U grupu potencijalnih korisnika spadaju poljoprivredna gazdinstva, mali i veliki voćari, povrtari. Veliki je broj potencijalnih korisnika jer je Srbija, a posebno Vojvodina, regija koja poprilično zavisi od poljoprivredne proizvodnje.

Poštanski operatori koji bi omogućili pružanje ovih usluga, imali bi značajnu prednost u odnosu na konkurenciju.

Korisnicima ove usluge bi se omogućilo lakše, brže, a pre svega jeftinije poslovanje, jer ne bi trošili vreme na odlazak u poljoprivrednu apoteku i nabavku potrebnih pesticida, nego bi ceo taj posao mogli obaviti telefonskim pozivom, direktno od poljoprivredne apoteke i sve naručeno bi im stizalo na kućnu adresu.

U seoskim područjima broj poljoprivrednih apoteka je zanemarljiv. Najveći broj sela nema poljoprivredne apoteke, već se nabavka vrši iz najbližih većih centara. Usled nedostatka konkurencije, cene preparata su više i do 30% u odnosu na prosečne tržišne cene.

Osnovna hipoteza je da postoji izražena tražnja za uslugama prenosa pošiljaka koje sadrže materije potrebne za poljoprivrednu proizvodnju, poput pesticida; i da je moguće definisati tehnološke osnove za razvoj CEP usluga prijema, prenosa i uručjenja pošiljaka koje sadrže opasne materije.

Na osnovu ankete, koja je sprovedena, kako bi se dokazala polazna hipoteza, može se zaključiti da postoji iskazana potreba za prenosom opasnih materija – otrova (pesticide) kod većine ispitanika (poljoprivrednih gazdinstava). Anketa je obavljena na reprezentativnom uzorku.

Iz navedenog, moguće je izvesti sledeći zaključak: Broj registrovanih poljoprivrednih gazdinstava u Srbiji, u 2015. godini, je oko 490.000.

Rezultati ankete, ukazuju na to da je 80% poljoprivrednih gazdinstava zainteresovano za prenos pesticida putem CEP službi, što čini 392.000 potencijalnih korisnika ovih usluga.

5. ZAKONSKI ASPEKTI PRENOSA OPASNIH MATERIJU U CEP POŠILJKAMA

Zakonom o prevozu opasnih materija uređuju se uslovi pod kojima se vrši prevoz opasnih materija i radnje koje su u vezi sa tim prevozom (pripremanje materije za prevoz, utovar i istovar i usputne manipulacije), kao i nadzor nad izvršavanjem ovog zakona [6].

Opasne materije u smislu zakona, jesu: eksplozivne materije; predmeti punjeni eksplozivnim materijama; sredstva za paljenje, vatrometni predmeti i drugi predmeti; zbijeni gasovi, gasovi pretvoreni u tečnost i gasovi rastvoreni pod pritiskom; zapaljive tečnosti; zapaljive čvrste materije; materije sklone samozapaljenju; materije koje u dodiru sa vodom razvijaju zapaljive gasove; oksidirajuće materije; organski peroksidi; otrovi; gadne i zarazne materije; radioaktivne materije; korozivne (nagrizajuće) materije; ostale opasne materije (Slika 2.).



Slika 2. Zabranjeni predmeti i supstance za slanje Post expressom

Prevoz opasnih materija predstavlja rizik, kada nisu pravilno upakovane ili ako se neadekvatno rukuje njima. Ukoliko su opasne materije skrivene, pogrešno deklarirane ili neprijavljene, neadekvatno upakovane ili pogrešno označene, zdravlje i bezbednost su ugroženi.

Kao poseban zahtev u razvoju tehnološke osnove za pružanje ovih usluga, javlja se potreba za obezbeđivanjem adekvatne ambalaže.

Ambalaža mora biti usklađena sa pravilnicima o pružanju poštanskih usluga i dimenzijama za poštanske pošiljke, kao i propisima za transport opasnih materija. Takođe, potrebno je da ambalaža bude povratna, kako bi troškovi prenosa pošiljaka bili što niži.

6. RAZVOJ CEP INDUSTRIJE U CILJU SNABDEVANJA POLJOPRIVREDNIH GAZDINSTAVA

Sistem za snabdevanje poljoprivredna gazdinstva sadrži poljoprivrednog proizvođača kao naručioca i krajnjeg primaoca, poljoprivrednu apoteku koja u skladu sa zakonskim odredbama o prevozu expres pošiljaka pakuje i priprema za transport pesticide naručene od poljoprivrednih poljoprivrednog gazdinstva.

Kada je poljoprivredna apoteka opremila paket po propisima, koje zadovoljavaju standarde CEP pošiljke, obaveštava poštinog operatera koji preuzima pošiljku i uručuje je krajnjem korisniku.

Poljoprivredno gazdinstvo je dužno da plati poštanskom operatoru cenu CEP usluge koja je određena po važećem Cenovniku, ukoliko poljoprivrednik i poljoprivredna apoteka nemaju drugačiji dogovor (Grafik1).



Grafik 1: Model snabdevanja poljoprivrednih gazdinstava

Ambalaža je za prevoz i distribuciju opasnih materija obavezna i to po zakonski propisanim odredbama o prevozu opasnih materija. Stoga je potrebno obezbediti tipizirane kutije koje bi obezbedile bezbedan prevoz. Poljoprivredne apoteke, kako bi se ceo proces ubrzao i pojednostavio, treba da poseduju kutije za pakovanje koje su povratne.

Poljoprivredne apoteke koje bi htele da koriste ovu CEP uslugu, treba da imaju potpisane ugovore sa poštanskim operatorom.

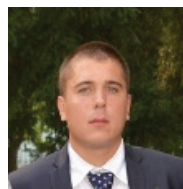
7. ZAKLJUČAK

U ovome radu dat je predlog za unapređenje posojećih CEP usluga, sa ciljem snabdevanja poljoprivrednih gazdinstava potrebnim materijalom za poljoprivrednu proizvodnju. Date su samo osnovne smernice za razvoj ovih CEP usluga.

8. LITERATURA

- [1] www.posta.rs
- [2] www.postexpress.rs
- [3] www.aks-sabac.com
- [4] www.bex.com
- [5] www.dhl.rs
- [6] www.paragraf.rs/propisi/zakon-o-transportu.opasnog-tereta.html.

Kratka biografija:



Nikola Aleksić rođen je u Zrenjaninu 1985. god. Završio je Zrenjaninsku Gimnaziju 2004. god. Smer prirodno-matematički.

**TRANSPORT OPASNOG TERETA KURIRSKIM SLUŽBAMA
TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS VIA COURIER SERVICES**Zoran Vraneš, Siniša Sremac, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U radu se proučava transport opasnih materija sa naglaskom na transportovanje pomoću kurirskih službi. Istražuju se mogućnosti kurirskih službi u Srbiji kada je ta oblast transporta u pitanju. Na primeru preduzeća „Viskol 2003“ razmatrana je mogućnost transporta opasne robe kurirskim službama koje posluju u Srbiji.

Abstract – In this paper is studies transportation of hazardous goods with an emphasis on using courier services. It analyzes the possibilities of courier services in this kind of transportation. In the case of „Viskol 2003“ discssed the possibility of transport of dangerous goods by a courier services operating in Serbia.

Ključne reči: *Opasne materije, kurirske službe, „Viskol 2003“*

1. UVOD

Transport opasnih tereta u organizacionom i tehničko-tehnološkom smislu predstavlja stalnu opasnost za sve koji na neposredan ili posredan način dolaze u kontakt sa opasnim materijama. Prostori u kojima se opasne materije proizvode, skladište ili pretovaraju i transportni putevi po kojima se odvija njihov prevoz, neprestano su izloženi opasnosti od zagađenja, požara, eksplozije ili radijacije itd. Pored toga osobe koje rukuju opasnim materijama ili učestvuju u njihovom transportu, u stalnoj su opasnosti od povreda i narušavanja zdravlja.

Kurirske službe imaju velik značaj u prevozu opasnih materija u svetu i cilj ovog rada je da se analizira stanje na tržištu Republike Srbije i mogućnost prevoza takve robe kurirskim službama.

Na početku rada se govori o pravnoj regulativi u prevozu opasnih materija u inostranstvu i kod nas. U nastavku se objašnjavaju pojmovi vezani za opasne materije, tipovima opasnih materija, klasifikacijama koje se primenjuju. Navode se i definišu izuzeća od ADR-a, odnosno, “ograničene količine”, “izuzete količine” i “male količine”. Objasnjena je uloga kurirskih službi u prevozu opasnih materija, a zatim na primeru preduzeća “Viskol 2003” analizirana mogućnost prevoza proizvoda koji spadaju u opasne materije kurirskim službama u nacionalnom i međunarodnom saobraćaju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Siniša Sremac, docent.

2. PRAVNA REGULATIVA U PREVOZU OPASNIH MATERIJAMA

Opasnim materijama smatraju se sve one materije koje u toku proizvodnje, transporta, skladištenja ili rukovanja mogu da izazovu posledice štetne po zdravlje ili okolinu. Zbog navedenog negativnog uticaja ovakvih materija, njihov transport mora biti organizovan po određenim pravilima kako bi rizik od nezgoda bio minimalan, odnosno da posledice već nastale nezgode budu svedene na najmanju moguću meru [1]. Na osnovu preporuka Saveta evropskog parlamenta i na osnovu predloga UN o odgovornosti za zaštitu, tzv. „Narandžaste knjige“, usvojeni su propisi za transport opasnog tereta za svaki vid saobraćaja. Šema propisa u transportu opasnih materija za sve vidove saobraćaja je prikazana na slici 1.



Slika 1. Vrste međunarodnih sporazuma za prevoz opasnih materija po vidovima transporta

U nacionalnim propisima Republike Srbije transport opasnih roba je regulisan:

- Zakonom o prevozu opasnih materija
- Pravilnikom o načinu prevoza opasnih materija u drumskom saobraćaju
- Uredbom Vlade Republike Srbije o prevozu opasnih materija u drumskom i železničkom saobraćaju

2.1 Nadzor nad primenom zakona o transportu opasnog teret

Nadzor i kontrolu nad primenom Zakona o transportu opasnog tereta vode dve osnovne institucije, predviđene zakonom i koje do njegovog usvajanja 2010. godine nisu postojale, a to su: nadležni državni organ za transport opasnog tereta, Uprava za transport opasnog tereta i savetnik za bezbednost u transportu opasnog tereta. Navedene institucije su zadužene za nadzor nad primenom Zakona, na čega ih obavezuju njegove odredbe. Zakonom je predviđeno da, svako privredno društvo ili drugo pravno lice, mora imati imenovanog,

najmanje jednog savetnika za bezbednost u transportu opasnog tereta, kako bi uopšte moglo da obavlja neku od delatnosti iz transporta opasnog tereta [3].

3. POJAM, VRSTE I KLASIFIKACIJA OPASNIH MATERIJA

Opasne materije su one materije koje pri proizvodnji, pakovanju, skladištenju, transportu, rukovanju i korišćenju mogu biti opasne i štetne po zdravlje ljudi ili mogu dovesti do materijalnih šteta ukoliko se njima nestručno rukuje. U strukturi ukupnog prevoza, prevoz opasnih materija zauzima značajno mesto. Prema spomenutom međunarodnom sporazumu, ADR-u, u daljem nastavku predstavljene su pojedine klase opasnih materija [1].

3.1 Klase opasnih materija

Široka primena ovih materija uslovlila je njihovu opštu klasifikaciju koja je izvršena u skladu sa međunarodnim propisima i sporazumima, a obuhvaćeno je oko 50.000 opasnih materija razvrstanih u 9 klasa. U zavisnosti od hemijskih osobina, agregatnog stanja i stepena opasnosti, prema ADR-u sve opasne materije su svrstane u sledeće klase [2]:

- **Klasa 1 – Eksplozivne materije;**
- **Klasa 2 – Gasovi:**
 - zapaljivi gasovi,
 - nezapaljivi gasovi i
 - otrovni gasovi;
- **Klasa 3 – Zapaljive tečnosti;**
- **Klasa 4 – Zapaljive čvrste materije:**
 - zapaljive,
 - samozapaljive,
 - materije koje u dodiru sa vodom razvijaju zapaljive gasove;
- **Klasa 5 – Oksidirajuće materije;**
- **Klasa 6 – Otrovi:**
 - supstance koje ugrožavaju život ljudi i
 - infektivne supstance;
- **Klasa 7 – Radioaktivne materije** – predstavljaju opasnost iako je sama materija potpuno fizički odvojena od okoline, jer emituju jonizujuće zračenje;
- **Klasa 8 – Korozivne (nagrizajuće) materije** – Materije koje imaju sposobnost da kontaktom razore kožu i membrane ili u slučaju prosipanja da razore druga dobra i transportnu jedinicu;
- **Klasa 9 – Ostale opasne materije** – Materije koje ne pripadaju navedenim klasama ali ipak predstavljaju opasnost.

3.2 Vozila za prevoz opasnih materija

Da bi se bolje upoznala problematika vezana za prevoz opasnih materija u drumskom saobraćaju, neophodno je da se evidentiraju karakteristike vozila koja su potrebna tokom prevoza, kao i prikazivanje opremljenosti vozila sa fokusom na označavanje vozila za prevoz opasnih materija.

3.2.1 Eksploataciono-tehničke karakteristike vozila

Osnovne eksploataciono-tehničke karakteristike vozila su [1]: dinamičnost vozila, ekonomičnost vozila, pouzdanost vozila, vek trajanja vozila, kapacitet vozila, udobnost korišćenja vozila, bezbednost korišćenja vozila, prohodnost vozila, pogodnost konstrukcije za održavanje.

3.2.2 Označavanje vozila za prevoz opasnih materija

Za obeležavanje vozila koja transportuju opasnu robu na način koji je predviđen ADR-om, koriste se: listice opasnosti (slika 2) i table za obeležavanje vozila.



Slika 2. Primeri listica opasnosti za označavanje vozila

3.3 Oprema vozila za prevoz opasnih materija

Za transport opasnih materija koriste se isključivo vozila koja su namenjena za to uz pratnju svih pravila i procedura propisanih od ADR standarda.

3.4 Proces pakovanja i transporta opasnih materija

U ovom procesu moraju da se poštuju standardi propisani ADR-om, počevši od ambalaže, preko prenošenja u spoljašnje pakovanje do samog transporta, odnosno do kontejnera koji služi da bi se prevezao opasan teret. Vozilo i vozač, nakon dolaska na mesto utovara ili istovara, moraju da ispunjavaju sve zakonske propise, a naročito one koji se odnose na bezbednost, čistoću i zadovoljavajuću funkcionalnost opreme vozila koja se koristi prilikom utovara, odnosno istovara. Utovar ne sme započeti ukoliko kontrola dokumentacije ili vizuelni pregled vozila i njegove opreme pokažu da vozilo ili vozač ne zadovoljavaju kontrolne propise. Ako znamo da drugi uzročnik nezgoda sa opasnim materijama je njihovo neispravno obezbeđenje tokom transporta, onda posebnu pažnju treba posvetiti učvršćivanju tereta tokom transporta.

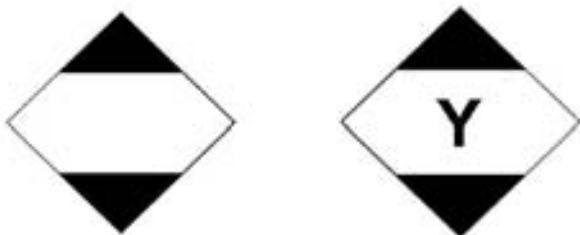
4. IZUZEĆA OD ODREDBI ADR-a U PREVOZU OPASNIH MATERIJA

Izuzeća u prevozu opasnih materija prema odredbama ADR-a su ona koja su povezana sa opasnim materijama pakovanim u manje jedinice pakovanja, tzv. "ograničene količine", olakšice vezane za "izuzete količine" i olakšice prilikom prevoza manjih količina opasnih materija po prevoznim jedinicama tzv. "male količine".

4.1 Opasna roba pakovana u ograničenim količinama

Ovom olakšicom se masovno prevoze opasne materije u paketima koji prema istraživanjima ne mogu da proizvedu veću štetu po okruženje ukoliko dođe do incidentne situacije. Te pakete možemo prepoznati ako na spoljašnjoj ambalaži imaju listicu prikazanu na slici 3. Poglavlje 3.5 u ADR- pravilniku se odnosi na prevoz opasnih materija različitih klasa pakovanih u ograničenim količinama. Količinske granice koje se primenjuju za unutrašnju

ambalažu ili predmete utvrđene su za svaku materiju u koloni (7a) tabele A, poglavlja 3.2. Osim toga, u ovoj koloni, za svaki unos, koji nije dozvoljen za transport prema ovom poglavlju, navedena je količina „0“.



Slika 3. Oznaka pakovanja "ograničenih količina"

4.2 Opasna roba pakovana u izuzetim količinama

Izuzete količine opasnih materija određenih klasa, koje odgovaraju odredbama ovog poglavlja nisu predmet ostalih zahteva ADR osim:

- zahteva o osposobljavanju iz poglavlja 1.3 ADR-a;
- klasifikacionih postupaka i kriterijuma za ambalažnu grupu u delu 2 ADR-a;
- zahteva za pakovanje u 4.1.1.1, 4.1.1.2, 4.1.1.4 i 4.1.1.6. ADR-a.

Simbol za "izuzete količine" je veliko slovo "E" u kvadratu kako je prikazano na slici 4, dimenzija najmanje 100×100 mm. Šifra i simbol moraju biti iste boje, crne ili crvene, na beloj ili nekoj drugoj kontrastnoj podlozi.



Slika 4. Simbol "izuzete količine"

4.3 Izuzeća po transportnoj kategoriji ("male količine")

Ovo izuzeće je opisano u podpoglavljju 1.1.3.6. ADR-pravilnika. Opasne materije svrstavaju se u transportne kategorije 0, 1, 2, 3 ili 4. Prazna neočišćena ambalaža koja je sadržala materije iz kategorije "0" takođe je obeležena kao transportna kategorija "0". Prazna neočišćena ambalaža iz neke druge kategorije (ne "0") smatra se transportnom kategorijom "4". Transportna kategorija u koju je materija ili predmet svrstan koristi se u svrhu izuzeća vezanog za količinu prevoženu u jednoj transportnoj jedinici [2]:

- za predmete, bruto masa u kilogramima (za predmete iz klase 1, neto masa u kg eksplozivne materije);
- za čvrste materije, gasove u tečnom stanju, duboko ohlađene tečne gasove i gasove rastvorene pod pritiskom, neto masa u kg;
- za tečne materije, ukupna količina opasne materije u litrama;
- za adsorbovane gasove, gasove pod pritiskom i hemikalije pod pritiskom nominalni kapacitet rezervoara ili posude u litrama.

5. KURIRSKE SLUŽBE – USLOVI ZA OBAVLJANJE EKSPRES USLUGA

5.1 Rapus - Republička agencija za poštanske usluge

Republička agencija za poštanske usluge je agencija osnovana saglasno Zakonu o poštanskim uslugama sa sledećim nadležnostima: donosi opšte uslove za obavljanje poštanskih usluga, standard kvaliteta u obavljanju poštanskih usluga i prati njihovu primenu; utvrđuje, uz saglasnost Vlade Srbije, limite po masi i ceni za rezervisane poštanske usluge; utvrđuje vreme trajanja ekskluzivnog obavljanja rezervisanih poštanskih usluga; daje saglasnost na posebne uslove za obavljanje poštanskih usluga; propisuje bliže uslove iz člana 80. stav 5. [4].

5.2 Univerzalna poštanska usluga

Univerzalna poštanska usluga, u unutrašnjem i međunarodnom poštanskom saobraćaju, obuhvata:

- 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;
- Prijem, prenos i uručenje paketa mase do 10 kg i uručenje paketa mase do 20 kg u međunarodnom poštanskom saobraćaju;
- Prijem, prenos i isplatu uputnica u klasičnoj i elektronskoj formi;
- Prijem, prenos i uručenje sekograma do 7 kg.

5.3 Komercijalne poštanske usluge

Komercijalne poštanske usluge obuhvataju sve poštanske usluge koje ne spadaju u rezervisane poštanske usluge i koje mogu da pružaju svi poštanski operatori. Rezervisane poštanske usluge obavlja isključivo javni poštanski operator. Sve druge poštanske usluge predstavljaju komercijalni servis, gde javni poštanski operator i drugi poštanski operatori konkurišu na tržištu poštanskih usluga.

5.4 Prava i obaveze korisnika i operatora

Korisnik poštanskih usluga je primalac ili pošiljalac poštanske pošiljke. Poštanski operator je dužan da kvalitetno i na propisan način obavlja poštanske usluge, a minimalne standarde kvaliteta utvrđuje Republička agencija za poštanske usluge [4].

5.5 Pravilnik o uslovima za otpočinjanje obavljanja delatnosti poštanskih usluga

Ovaj pravilnik ima dvadest i dva člana i u njima su propisani uslovi koje davaoci poštanskih usluga moraju ispunjavati, u skladu sa Zakonom o poštanskim uslugama ("Službeni glasnik RS", br.18/5 i 30/10), opštim uslovima za obavljanje poštanskih usluga. Komercijalne poštanske usluge obavljaju poštanski operatori, obavljaju se na osnovu odobrenja izdatog od nadležnog organa i kao što se navodi u Pravilniku (član 15, član 16.), obuhvataju prijem prenos i uručenje poštanskih pošiljaka koje prelaze propisane limite po masi i ceni.

5.6 Kurirske službe i prevoz opasnih i štetnih materija

Opasne materije se mogu transportovati kurirskim službama koje se bave prevozom opasnih materija ako takve službe:

- Poseduju dozvolu za transport opasnih materija;
- Ispunjavaju uslove propisane ADR-om za prevoz opasnih materija;
- Poseduju odgovarajuća vozila za prevoz opasnih materija: kombi vozila, kamione sa ili bez prikolice, kamione sa cisternama (slika 5);
- Zapošljavaju stručno osposobljene vozače sa dozvolama za prevoz opasnih materija.



Slika 5. Kombi vozilo kurirske službe specijalizovane za prevoz opasne robe

6. TRANSPORT OPASNE ROBE KURIRSKIM SLUŽBAMA U FABRICI ULJA I MAZIVA „VISKOL 2003“

Firma „Viskol“ osnovana je 2003. godine. Proizvodni program obuhvata motorna i industrijska ulja. Proizvodni proces se vodi počev od strogih kriterijuma pri izboru kvalitetnih baznih ulja i aditiva, preko kontrole u sopstvenoj laboratoriji do primene [5].

6.1 Klasifikacija robe prema stepenu opasnosti u transportu

U bezbednosnim listovima proizvodi firme su uglavnom označeni kao proizvodi koji nisu opasni u transportu, odnosno, ne podležu ADR, RID, IATA i ostalo. Izuzeci su tečnost za pranje vetrobranskog stakla za zimsku upotrebu, koja može biti zapaljiva zbog veće koncentracije etanola i odmašćivač (95% white spirit). Takođe, olovne baterije, koje su isto proizvod grupacije i transportuju se vozilima preduzeća, mogu da podležu ADR pravilniku, ali samo ako nije ispunjena “posebna naredba 598“. Među proizvode koji podležu Zakonu o transportu opasnog tereta su tečnost za pranje vetrobranskog stakla koji je pod oznakom UN 1993, a ambalažna grupa je III i kliner (odmašćivač), UN 1300, ambalažne grupe III. Olovni akumulatori “Black Horse“ ukoliko podležu pravilniku, označavaju se oznakom UN 2794.

Razmatrana je mogućnost prevoza pojedinih artikala kurirskom službom. Da bi se videla mogućnost transporta takvih proizvoda ekspres uslugom, poslat je upit kurirskim službama sa liste dodeljenih licenci. Jedino DHL-služba je odgovorila na upit i u odgovoru stoji da prevoze opasne materije, ali samo do Limited-Quantity, odnosno pakovanja koja ulaze u “ograničene količine”. U trećem delu ADR-a (spisak opasne robe u tabeli A), vide se ograničenja za ova dva proizvoda kada su u pitanju izuzeća od ADR pravilnika. Može se videti da “ograničena količina” iznosi 5 litara, a oznaka izuzeća E1.

Unutrašnja pakovanja ovih proizvoda su upakovana u termoskupljajuću foliju u kojoj se nalazi 12 boca od po 1 litar. U 3. delu pravilnika navedeno je da celokupan paket upakovan u providnu foliju ne sme preći masu od 20 kg bruto, pa prema tome ovakvi paketi zadovoljavaju uslove za prevoz pod “ograničenim količinama”. Izuzete količine nisu uzete u obzir kao opcija kada je u pitanju transport ova dva proizvoda, bruto masa takvih pošijki ne može biti veća od 1 kg po koletu, a taj podatak se vidi i na web sajtu DHL-a.

7. ZAKLJUČAK

U radu je utvrđeno da je prevoz opasnih materija kurirskim službama u Republici Srbiji dozvoljen, ali slabo zastupljen. Kada se posmatra mogućnost prevoza opasnog tereta kurirskim službama, zaključuje se da je izuzeće od primene ADR- pravilnika pomoću olakšica u prevozu bilo u „izuzetim količinama“ ili „ograničenim količinama“ moguća opcija. Ovakav vid usluge može biti od koristi u slučajevima kada je vozni park firme zauzet i ne postoji mogućnost prevoza vlastitim vozilima, a potrebno je prevesti manju količinu opasnog tereta, za koju se ne primenjuju sve odredbe ADR-a.

8. LITERATURA

- [1] B. Krstić, D. Mladan, “Bezbednost korišćenja vozila za prevoz opasnih materija u drumskom saobraćaju”, Mašinski fakultet u Kragujevcu, 2007.
- [2] ADR, Evropski sporazum o međunarodnom drumskom transportu opasnog tereta, Ujedinjene nacije Njujork i Ženeva, 2006.
- [3] Zakon o transport opasnog tereta, “Službeni glasnik Republike Srbije” br. 88/2010.
- [4] <http://rapus.ratel.rs/>
- [5] www.viskolgroup.com.

Kratka biografija:

Zoran Vraneš rođen je u Slavonskoj Požegi 1981. godine. Master rad iz oblasti Saobraćaj odbranio je na Fakultetu tehničkih nauka 2016. godine

Doc. dr Siniša Sremac je rođen u Rumi 1983. godine. Doktor-sku disertaciju je odbranio 2013. godine iz oblasti saobraćajnog inženjerstva. U zvanje docenta izabran 14.11.2013. godine.

ANALIZA SKLADIŠNIH TEHNOLOGIJA U FUNKCIJI KOMISIONIRANJA**ANALYSIS OF STORAGE TECHNOLOGIES IN THE FUNCTION OF COMMISSIONING**Boris Čulibrk, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U ovom radu je opisan sistem vertikalnih podiznih modula i njihov nivo razvoja. Za takav sistem izvršena je analiza karakteristika, definisan je model protoka, kao i poređenje sa sistemom komisioniranja robe uskladištene na policama.

Abstract – This paper describes the system of vertical lift modules and their current development level. Analysis of the features has been performed, flow model for such a system has been defined and comparison has been drawn with a commissioning system for goods stored on racks.

Ključne reči: Logistika, skladište, komisioniranje, vertikalni podizni moduli

1. UVOD

Pod skladištem se podrazumeva poseban, složen sistem sastavljen od elemenata i podsistema, koji imaju cilj da realizuje određene skladišne procese. Za efikasnost rada skladišta neophodna je odgovarajuća tehnološko-organizaciona struktura radi realizacije postavljenih zadataka. U tehnološko-organizacionoj strukturi skladišta komisioniranje ima posebno mesto sa ciljem ispunjenja porudžbina korisnika upotrebom radne snage ili mašine.

Kroz ovaj rad su predstavljeni vertikalni podizni moduli kao deo sistema komisioniranja, njihova primena u okruženju kao i prednosti i nedostaci prilikom izbora vertikalnog podiznog modula.

Cilj rada je da se izvrši: analiza karakteristika vertikalnih podiznih modula kao dela sistema komisioniranja, definisanje modela protoka za takav sistem i poređenje sa sistemom komisioniranja kada se roba skladišti na policama.

2. SKLADIŠNE FUNKCIJE I TEHNOLOGIJE SKLADIŠTENJA

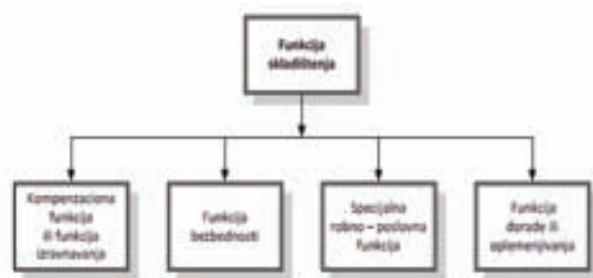
Skladište omogućava realizaciju određenih koristi u logističkim procesima, kao što su koristi od vremena, mesta i količine. Skladišni sistemi se nalaze na mestima ukrštanja robnih tokova kao što su tokovi makro i mikro distribucije, tokovi nabavke sirovina, tokovi unutrašnjeg transporta i tokovi distribucije finalnih proizvoda. Korist od mesta se ogleda u obezbeđenju preduslova za povoljnije savlađivanje prostorne razdvojenosti mesta proizvodnje i mesta potrošnje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji je mentor dr Svetlana Nikoličić, docent.

2.1. Funkcije skladišta

Skladište ima veliki značaj za nabavku prodaju i organizaciju proizvodnje, a njegove osnovne funkcije su prikazane na slici 1.



Slika 1. Osnovne skladišne funkcije

U okviru skladišnog podsistema odvijaju se sledeći procesi [1]:

- prijem i otprema robe,
- uklađivanje i iskladištenje robe,
- prerada i čuvanje robe.

2.2. Tehnologije skladištenja

Tehnologija skladištenja zavisi od niza faktora, kao što su vrsta i pojavni oblici robe, vrsta skladišnog objekta, raspoloživa površina i visina objekta, vreme zadržavanja robe u skladištu, sredstva za manipulaciju robom i dr.

Kada je u pitanju komadna roba ili roba na paletama najčešće se pojavljuju sledeće tehnologije:

- selektivni paletni regali;
- ulazni i prolazni regali;
- protočni regali;
- pokretni regali;
- visoko-regalna skladišta;
- police.

3. KOMISIONIRANJE I ELEMENTI SISTEMA KOMISIONIRANJA

Sistem komisioniranja sastoji se iz sledećih elemenata:

- komisiono skladište;
- transportna sredstva;
- čovek;
- nalog za komisioniranje.

3.1. Komisiono skladište

Komisiono skladište služi za skladištenje robe koja je predmet naloga za komisioniranje [2]. Postoji više vrsta međusobno različitih skladišta: podna komisiona skladišta, regalna skladišta, skladišta sa policama, obrtni regali, protočni regali i vertikalni podizni moduli.

3.2. Transportno-manipulativna sredstva

U skladišnom sistemu, transportno-manipulativna sredstva se koriste za različite zadatke:

- dopremu robe u komisioni sistem,
- pružanje podrške čoveku pri izvršenju zadataka,
- dovoz i odvoz skladišnih posuda,
- otpremu porudžbina.

3.3. Čovek – kao element sistema komisioniranja

Osnovni zadatak čoveka u sistemu za komisioniranje je preuzimanje robe sa skladišnih pozicija. Aktivnosti čoveka u komisionim sistemima se realizuju na tri hijerarhijska nivoa:

- dispozicija;
- kontrola i nadzor;
- fizička realizacija.

3.4. Nalog za komisioniranje

Nalog za komisioniranje može biti u papirnoj ili elektronskoj formi. Postoje tri metode komisioniranja pod kojima se podrazumeva:

- serijsko komisioniranje;
- paralelno komisioniranje;
- komisioniranje po vrsti artikla.

3.5. Oblikovanje sistema za komisioniranje

Postoje različiti sistemi komisioniranja koje mogu obavljati radnici („roba ka čoveku“, „čovek ka robi“) ili automatizovani uređaji (automati ili roboti za komisioniranje).

Kod statičkog sistema komisioniranja „čovek ka robi“ koriste se sledeće skladišne tehnologije:

- regalno skladište sa policama,
- blok skladište,
- skladište sa pokretnim regalima i protočni regali bez pomoćnih transportnih sredstava.

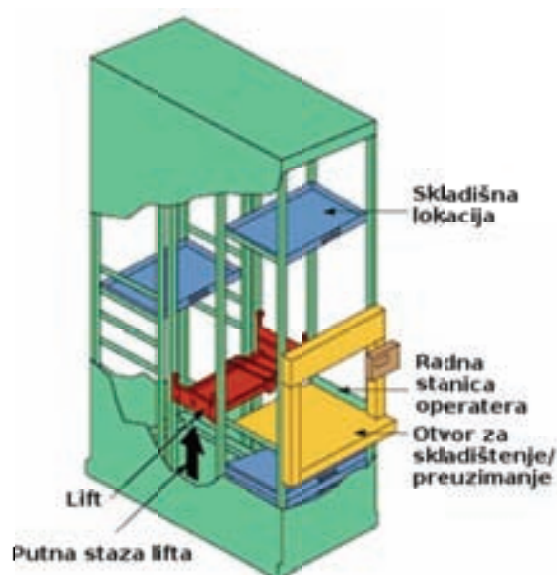
Kod dinamičkog sistema komisioniranja „roba ka čoveku“ koriste se sledeće skladišne tehnologije:

- visoko-regalno skladište sa automatskim regalnim transportnim vozilom,
- obrtno regalno postrojenje sa automatskim uređajem za uskladištenje/preuzimanje,
- skladište sa protočnim regalima,
- paternoster,
- vertikalni podizni moduli.

4. VERTIKALNI PODIZNI MODULI (VLM)

Vertikalni podizni moduli su automatizovani skladišni sistemi koji se sastoje od dva paralelna kanala sa fiksnim policama u kojima su uskladištene posude [3]. Izgled i osnovna šema rada vertikalnog podiznog modula dati su na slici 2.

Vertikalni podizni moduli se svrstavaju u dinamičke sisteme skladištenja koji omogućavaju komisioniranje po principu „roba ka čoveku“.



Slika 2. Osnovna šema rada vertikalnog podiznog modula

Moderni vertikalni podizni moduli se konstruišu kao fleksibilni sistemi pa su u mogućnosti da manipulišu robom malih težina i dimenzija kao i velikim delovima, sirovinama i kutijama u zavisnosti od tipa samog pogonskog sistema i oblika skladišnih lokacija. Dostupni su kao nezavisni moduli ili kao konfiguracije sa više ulaza.

Njihova primena u proizvodnji se kreće od osiguranja skladišnih kapaciteta za alate u proizvodnim halama, pa do osiguranja kapaciteta za delove i sklopove koji se nalaze između pojedinih faza u proizvodnji. Postoje i specijalni tipovi vertikalnih podiznih modula koji se koriste u strogo kontrolisanim uslovima kao što su sterilni uslovi ili hladnjače.

4.1. Komponente sistema VLM-a

Komponente sistema vertikalnog podiznog modula čine:

- upravljački sistem,
- pogonski sistem i lift,
- konstrukcija i oblici skladišnih lokacija,
- otvori za preuzimanje.

4.2. Prednosti i ograničenja VLM-a

Korišćenje vertikalnih podiznih modula pruža brojne prednosti između ostalog, lakši pregled robe. Korisnike privlači njihova mogućnost velike gustine skladištenja i malo zauzimanje prostora.

Objekti koji nemaju izuzetno visoke plafone mogu iskoristiti sposobnost vertikalnih podiznih modula da spoje i obuhvate više spratova. Primer za takvu vrstu modula je da počinja na jednom spratu i prostire se na druge spratove u visini i preko 30 m i na taj način korisnicima je omogućen pristup robi i na drugim spratovima.

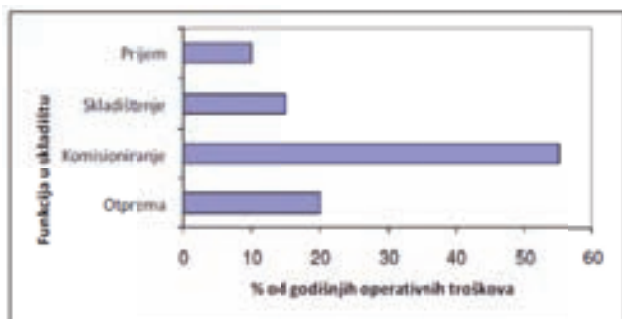
Osnovni nedostatak sistema vertikalnih podiznih modula su velika investiciona ulaganja. Takođe su mnogo teži za rekonfiguraciju u odnosu na tradicionalne sisteme skladištenja, a troškovi održavanja su veći od troškova održavanja klasičnih skladišta.

4.3. Primena vertikalnih podiznih modula

Primena vertikalnih podiznih modula, u proizvodnji, kreće se od osiguranja skladišnih kapaciteta za alate u proizvodnim halama pa do osiguranja skladišnih kapaciteta za delove i sklopove koji se nalaze u pojedinim fazama proizvodnje. U praksi se ovi uređaji mogu naći kao samostalni uređaji ili kao deo sistema vertikalnih podiznih modula.

5. OBLIKOVANJE SISTEMA KOMISIONIRANJA SA VLM

Priprema materijala za isporuku je najvažnija aktivnost u skladištu, prvenstveno zbog vremena trajanja, a samim tim i troškova koje prouzrokuje. Na komisioniranje otpada najveći deo vremena trajanja svih aktivnosti u regalnom skladištu. Takođe, na komisioniranje otpada i najveći deo ljudskog rada u skladištu, što zbirno stvara oko 55% od ukupnih troškova skladištenja u regalnim skladištima (grafik 1.)



Grafik 1. Prikaz troškova u regalnim skladištima

Oblikovanje sistema komisioniranja sprovodi se u skladu sa ciljevima i zadacima definisanim pri oblikovanju skladišta sa naglaskom na produktivnost, brzinu i tačnost. Produktivnost se u komisioniranju meri pomoću norme komisioniranja, a norma se izražava u količini preuzetih stavki po satu.

5.1. Model protoka za samostalni VLM

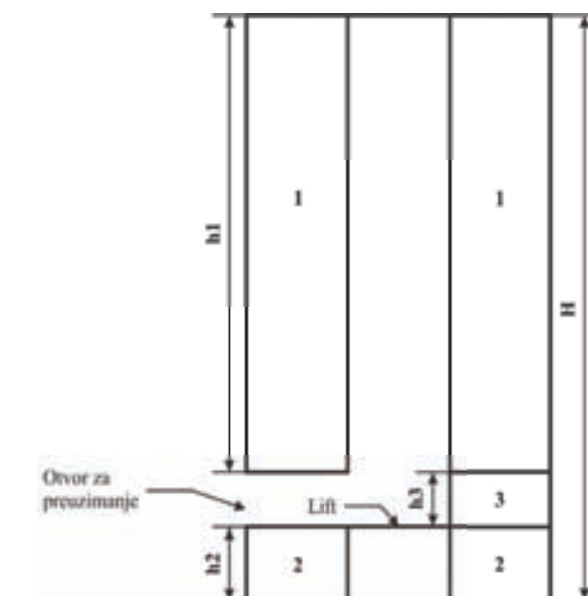
U svom radu Meller i Klote [4] su prikazali rezultate istraživanja i rada na razvoju analitičkog modela protoka za karusele i vertikalne podizne module.

Prema slici 3, svaki vertikalni podizni modul se može podeliti na tri dela, koja se mogu proizvoljno označiti sa i . Deo označen sa brojem 3 sa prednje strane modula služi kao otvor za preuzimanje i taj deo se mora oduzeti od ukupnog prostora za skladištenje. Svaki deo za skladištenje u vertikalnom podiznom modulu pretpostavlja se kao kontinualna površina sa više uskladištenih posuda, s time da je broj posuda u svakom delu proporcionalan sa visinom.

Da bi se odredilo očekivano trajanje ciklusa rada VLM-a potrebno je prvo odrediti prosečna vremena vožnje lifta:

$$E[SC] = \sum_{i=1}^3 2t_i p_i \quad (1)$$

$$E[DC] = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 (t_i + t_{b_{ij}} + t_j) q_{ij} \quad (2)$$



Slika 3. Skica poprečnog preseka VLM

Sa t_i je označeno očekivano trajanje vožnje prema i -tom delu VLM-a, a $t_{b_{ij}}$ je očekivano trajanje vožnje lifta od dela i do dela j . Verovatnoća da će VLM skladištiti posudu u deo i , a nakon toga preuzimati sa dela j je označena sa q_{ij} .

U navedenim izrazima [SC] je jednostruki ciklus a [DC] je dvostruki ciklus.

Očekivano vreme trajanja ciklusa određuje se prema jednačinama:

$$T[SC] = E[SC] + 2t_{a/d} + 2t_{p/d} \quad (3)$$

$$T[DC] = E[DC] + 3t_{a/d} + 4t_{p/d} \quad (4)$$

5.2. Model protoka za samostalni VLM sa komisionerom

U ovom modelu protoka pretpostavlja se da se samostalni vertikalni podizni modul koristi u sistemu za komisioniranje koji se sastoji od čoveka i uređaja (obično je jedan čovek dodeljen jednom uređaju).

Izračunavanje protoka za VLM se izračunava sledećom formulom [4]:

$$E^V[R(n, m)] = 2T[SC] + (E[S(n, m)] - 1) \cdot T[DC] + np \quad (5)$$

Gde je:

$$E[S(m, n)] = \sum_{k=0}^{m-1} (m - k) \cdot p_k(m, n) \quad (6)$$

Rezultati analize za model protoka vertikalnog podiznog modula za dva tipična primera dati su u tabeli 1:

VLM (1) sa brzim liftom $V=0,5$ m/s; $t_{a/d}=1,5$ s; $t_{p/d}=2$ s; $p=6$ s

VLM (2) sa sporim liftom $V=0,4$ m/s; $t_{a/d}=2$ s; $t_{p/d}=4$ s; $p=2$ s

Tabela 1. Rezultati analitičke procene trajanja dvostrukih ciklusa

Primer	Visina,[m]	T[DC],[s] analitički	T[DC],[s] simulacija	greška
1	4,5	22,08	21,22	1%
	6	25,92	25,2	2,9%
	9	33,75	33,01	2,2%
2	4,5	33,98	32,77	3,7%
	6	38,77	37,68	2,9%
	9	48,56	47,59	2,0%

6. UPOREDNA ANALIZA POSTOJEĆEG SISTEMA KOMISIONIRANJA SA VLM SISTEMOM

Kao primer za ovakvu vrstu analize uzeta je kompanija u kojoj postoji regalno skladište, a deo robe se skladišti na policama (slika 4).

Za proračun potrebnog vremena komisioniranja koriste se sledeće vrednosti:

- Dužina hodnika $L= 50m$
- Brzina kretanja komisionera $V_k= 1m/s$
- Vreme preuzimanja po paketu $V_z= 6s$
- Vreme odlaganja po paketu $V_s= 2s$
- Pripremno vreme za serijsko komisioniranje po porudžbini $V_{pr}= 90s$
- Završno vreme za serijsko komisioniranje po porudžbini $V_{zr}= 120s$
- Broj artikala za komisioniranje $n=15s$

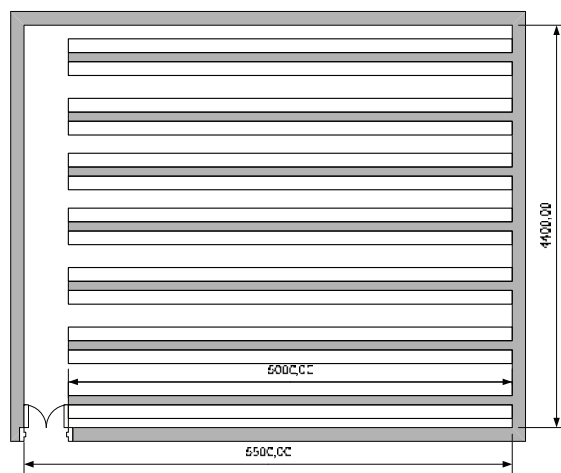
Primenom formule:

$$T=L/V_k + V_z*n + V_s*n + V_{pr} + V_{zr} \quad (7)$$

dobija se vreme komisioniranja od 380s po jednom prosečnom nalogu za komisioniranje.

Primenom modela protoka definisanom u prethodnom poglavlju dobijen je rezultat od 279s za očekivano vreme komisioniranja $n=15$ proizvoda u sistemu VLM od m posuda.

Poređenjem navedenih vremena trajanja ciklusa komisioniranja može se zaključiti da VLM sistem štedi oko 100 sekundi po jednom nalogu za komisioniranje. Prema planovima kompanije za dalje povećanje broja naloga za komisioniranje sitne robe očekuje se porast broja naloga za komisioniranje na 200 naloga u toku dana, gde se dolazi do zaključka da bi primena vertikalnih podiznih modula kao dela sistema za komisioniranja dala značajne vremenske uštede.



Slika 4. Skica magacina

7. ZAKLJUČAK

U savremenim uslovima poslovanja skladišni sistem i skladištenje predstavljaju izuzetno važnu komponentu poslovnih procesa. Ovim radom prikazan je aktuelni nivo razvoja i primene vertikalnih podiznih modula, koji će u budućnosti, sasvim sigurno, dostići neke nove razmere zahvaljujući njihovim specifičnim osobinama. Specijalni tipovi vertikalnih podiznih modula su od izuzetnog značaja za visoko vrednu robu, koja nije velikih težina i gabarita a osetljiva je na uslove skladištenja.

8. LITERATURA

- [1] Kilibarda M., Skladišno poslovanje i slobodne zone, 2007.
- [2] Gajić V., Logistika preduzeća, FTN-Departman za saobraćaj, 2002.
- [3] Romaine E., „Dynamic Storage Systems“, The Essentials of Material Handling, 2004
- [4] Meller R.D. and Klote J.F., „A Throughput Model for Carousel/VLM Pods“, 2003

Kratka biografija:



Boris Čulibrk rođen je u Zrenjaninu 1978. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Logistika preduzeća odbranio je 2016.god.

NESTANDARDIZOVANE TOVARNO-MANIPULATIVNE JEDINICE DRUMSKO-ŽELEZNIČKOG KOMBINOVANOG TRANSPORTA**UNCONVENTIONAL LOAD UNITS OF ROAD-RAIL COMBINED TRANSPORT**Dušanka Ljevnaić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj: *Stalna tendencija rasta prevoza robe drumskim transportnim sredstvima dovele je do zagušenja drumskih saobraćajnica, povećanog rizika za nastanak saobraćajnih nezgoda, kao i negativnog uticaja na čovekovo životno okruženje. Zbog toga je jedan od osnovnih ciljeva saobraćajne politike rasterećenje drumskih saobraćajnica i preusmeravanje transporta na druge vidove saobraćaja. Jedno od rešenja podrazumeva primenu intermodalnih tehnologija transporta, koje se zasnivaju na upotrebi standardizovanih tovarno-manipulativnih jedinica. U radu su obrađene mogućnosti uvođenja novih nestandardizovanih tovarno-manipulativnih jedinica drumsko-železničkog kombinovanog transporta, koje bi omogućile brži i sigurniji prevoz veće količine robe pri istim ili manjim troškovima.*

Abstract – *Constant increase of transporting goods by road vehicles resulted in crowding of roads, increasing risk for traffic accidents and negative impact on environment. According to these facts, basic aims should be relieving of roads with redirection of traffic to others transport's modes. One of the solutions is intermodal transport technologies which are based on using standardized load units. In this paper we analyzed the possibilities of using of non-standard load units of combined road and railway transport, which will enable faster and saver transport of freight for the same or lower amount of money.*

Ključne reči: *intermodalni transport, drumsko-železnički kombinovani transport, nestandardizovane tovarno-manipulativne jedinice.*

1. UVOD

Savremena industrijalizacija, ubrzani privredni rast, intenziviranje podele rada na unutrašnjem i međunarodnom tržištu, strukturne promene privrede u eri integracije dovele su do promena u razvoju sistema potražnje transportnih usluga. To je pozitivno uticalo na razvoj transportne tehnike i tehnologije zbog čega su nastale promene u sistemu ponude transportnih usluga i stečeni su uslovi za tehničko- tehnološke revolucije u transportu.

Kombinovani ili intermodalni transport se zasniva na kombinovanju više vidova transporta i njihovoj efikasnoj integraciji pri realizaciji nekog transportnog zadatka. Potreba za integrisanjem javila se, između ostalog, i zbog preopterećenja drumske saobraćajne infrastrukture i

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Marinko Maslarić.

pojave zagušenja. Smanjenje gužvi na drumskim saobraćajnicama se može postići samo povećanjem učešća drugih vidova saobraćaja u transportnom lancu. Pošto svaki vid transporta ima svoje prednosti, ali i nedostatke kao što su uticaj na okolinu, bezbednost, potrošnja goriva, fleksibilnost, kapacitet, jasno je da je potrebno međusobno kombinovati sva sredstva zajedno kako bi se ostvario učinkovitiji, fleksibilniji i ekonomičniji transportni lanac.

Tehnologije transporta koje se baziraju na kombinovanju više različitih klasičnih tehnologija podrazumevaju postojanje standardizovanih tovarno-manipulativnih jedinica. Primenom tovarno-manipulativnih jedinica povećava se produktivnost rada i smanjuju se ukupni troškovi transporta. Pored standardizovanih tovarnih jedinica, poslednjih godina sve veću primenu imaju nestandardizovane tovarno-manipulativne jedinice koje mogu da osiguraju stručno, sigurno, brzo, kvalitetno i ekonomično manipulisanje i prevoz robe od proizvođača do potrošača.

2. KOMBINOVANI DRUMSKO-ŽELEZNIČKI TRANSPORT

Kombinovani transport podrazumeva transport utovarene robe (transportnih jedinica) transportnim sredstvima više vidova saobraćaja, bez promene transportnog suda, od pošiljaoca do primaoca robe [3]. Ova vrsta transporta spaja prednosti železničkog i drumskog robnog transporta u optimalnu celinu. Naime, železnički transport koristi se za prevoz velikih količina tereta na velike udaljenosti, a lokalni teretni prevoz čini fleksibilan dostavni drumski transport, pri čemu se roba prevozi u standardizovanim tovarnim jedinicama kao što su kontejneri, izmenjivi transportni sudovi, sedlaste poluprikolice (bez vučnog vozila), kao i kompletna drumuska vozila.

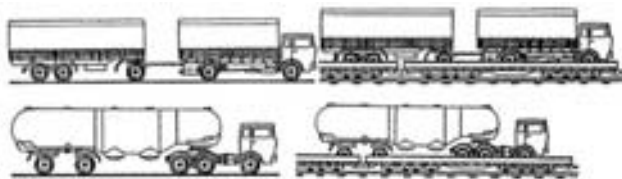
Kombinovani drumsko-železnički transport poznat je i kao *hucke-pack* sistem transporta. Pod pojmom *hucke-pack* sistem podrazumeva se kombinovani drumsko-železnički prevoz gde se drumska vozila (drumska transportna sredstva, auto-vozovi i sedlasti auto-vozovi) ili delovi vozila (prikolice, sedlaste prikolice, izmenjivi transportni sudovi) na jednom delu puta prevoze transportnim sredstvima železničkog saobraćaja [2].

2.1. Tehnologije kombinovanog drumsko-železničkog transporta

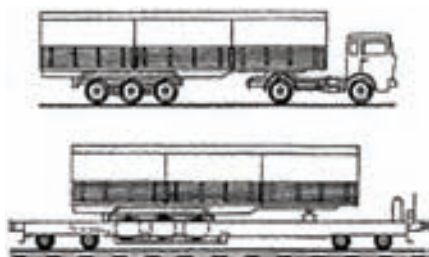
Postoje tri osnovne tehnologije:

- tehnologija A (prevoz drumskih transportnih sredstava sa prikolicama ili poluprikolicama železnicom), prikazana na slici 1;

- tehnologija B (prevoz poluprikolica, bez drumskog vučnog vozila železnicom), prikazana na slici 2;
- tehnologija C (prvoz izmenjivih transportnih sudova), prikazana na slici 3.



Slika 1. Šematski prikaz tehnologije A



Slika 2. Šematski prikaz tehnologije B



Slika 3. Šematski prikaz tehnologije C

Poslednjih godina kao četvrtu vrstu tehnologije drumsko-železničkog transporta navodi se bimodalna tehnologija, koja spada u jednu od novijih vrsta tehnologija. Takođe, kada je u pitanju kombinovanje drumskog i železničkog transporta, moguća je i tehnologija koja podrazumeva transport železničkih kola na specijalnim transportnim sredstvima drumskog transporta (poluprikolicama).

2.2. Terminali i tehnologije pretovara u drumsko-železničkom kombinovanom transportu

Drumsko-železnički terminali obezbeđuju prostor, opremu i radno okruženje za pretovar tovarno-manipulativnih jedinica kombinovanog transporta između različitih vrsta transporta.

Najveći problem drumsko-železničkog terminala je nemogućnost realizacije planiranog rasporeda, jer teretna drumska vozila, zbog velikog opterećenja saobraćajnica, ne stižu po predviđenom rasporedu. Za dolazeće teretne vozove, takođe postoji raspored, ali ponekad nije moguće taj raspored ispratiti, jer pojedini vozovi imaju neplanirano vreme dolaska.

Kada je reč o tehnologijama pretovara tovarno-manipulativnih jedinica kombinovanog drumsko-železničkog transporta, uglavnom se primenjuju vertikalne tehnologije pretovara. Teret se podiže, pomera se bočno i spušta se na drugo vozilo.

Manipulativna oprema koristi brojne konvencionalne i nekonvencionalne inovativne tehnologije. Teleskopski manipulatori (stakeri) i portalne dizalice vođene po šinama dominiraju među konvencionalnom manipulativnom opremom. Stakeri su mobilne dizalice sa sprederom zakačenim za ivicu

njegovog hvatača. Oni su sposobni za podizanje, manipulaciju, transport i slaganje tovarnih jedinica (izmenjivih transportnih sudova, sedlastih poluprikolica). Zbog nemogućnosti gustog slaganja tovarnih jedinica i potrebe za velikim prostorom za manevrisanje imaju manju primenu u terminalima srednjih i velikih kapaciteta.

Portalne dizalice vođene po šinama trenutno predstavljaju dominantnu opremu u kombinovanim transportnim terminalima velikih kapaciteta. Ove dizalice imaju mogućnost da opkorače više železničkih koloseka, drumskih saobraćajnica ili redova uskladištenih tovarnih jedinica. Imaju nosivost od 35t i opremljeni su specijalnim hvatačem za vertikalnu manipulaciju kontejnerima ili izmenjivim transportnim sudovima (slika 4).



Slika 4. Pretovar izmenjivog transportnog suda pomoću dizalice

Što se tiče horizontalnog pretovara u kombinovanom drumsko-železničkom transportu, osnovna karakteristika je da tovarna jedinica prilikom pretovara ne gubi kontakt sa podlogom. Ovom tehnologijom se pretovaraju tovarne jedinice koje imaju točkove (kompletna teretna drumska vozila i sedlaste poluprikolice), a neophodna je pretovarna rampa, kao i vučno vozilo.

3. TOVARNO-MANIPULATIVNE JEDINICE DRUMSKO-ŽELEZNIČKOG KOMBINOVANOG TRANSPORTA

Tovarno-manipulativna jedinica predstavlja povezan tovar odgovarajućih dimenzija i težine, koja se najčešće, ali ne i nužno, sastavlja od većeg broja tovara manjih dimenzija i manje težine i kod svih operacija prevoza sadrži karakteristiku permanentnosti [3]. Tovarno-manipulativne jedinice koje se najčešće primenjuju na tržištu evropskog intermodalnog transporta su izmenjivi transportni sudovi, kontejneri i sedlaste poluprikolice. Svaka tovarno-manipulativna jedinica kombinovanog drumsko-železničkog transporta treba da ispuni osnovne, uslove, zahteve i propise i u drumskom i u železničkom saobraćaju. U kombinovanom drumsko-železničkom transportu primenjuju se sedlaste poluprikolice i izmenjivi transportni sudovi.

3.1. Izmenjivi transportni sudovi

Izmenjivi transportni sudovi (eng. *swap body*) predstavljaju standardizovane tovarno-manipulativne jedinice kombinovanog transporta, koje imaju uređaje za pričvršćivanje na vagone i drumska transportna sredstva i osiguranje prilikom transporta (slika 5). Za rukovanje su opremljeni posebnim žljebovima koji se nalaze na dnu i

pogodni su za zahvatanje prilikom pretovara, koje se najčešće vrši pomoću portalnih dizalica koje su opremljene sprederom ili kleštima za zahvatanje izmenjivih transportnih sudova.



Slika 5. Izmenjivi transportni sud

3.2. Sedlaste poluprikolice

Sedlaste poluprikolice predstavljaju standardizovane tovarno-manipulativne jedinice kombinovanog drumsko-železničkog transporta koje se priključuju za teretno motorno vozilo (tegljač) sa sedlom, na takav način da deo poluprikolice leži na motornom vozilu, a da značajan deo sopstvene mase kao i mase tereta koji se prevozi snosi sama poluprikolica, tj. osovine poluprikolice. Na slici 6 data je slika sedlaste poluprikolice.



Slika 6. Sedlasta poluprikolica

U zavisnosti od vrste železničkih kola koja se koriste, bira se i tehnologija pretovara odnosno vrsta sedlastih poluprikolica. Naime, sedlaste poluprikolice koje su namenjene za vertikalni pretovar razlikuju se od sedlastih poluprikolica koje se pretovaraju horizontalnom tehnologijom.

4. NESTANDARDIZOVANE TOVARNO-MANIPULATIVNE JEDINICE DRUMSKO-ŽELEZNIČKOG KOMBINOVANOG TRANSPORTA

Danas su se razvile nove, nestandardizovane tovarno-manipulativne jedinice koje se odlikuju većim dimenzijama u odnosu na standardizovane tovarne jedinice, kao i novim načinima manipulacije.

Iako pružaju određene prednosti, upotreba ovih tovarno-manipulativnih jedinica dovodi i do mnogih problema koje treba rešiti, uključujući i probleme sa prevozom na drumskim i železničkim transportnim sredstvima.

Trenutno postoji nekoliko nestandardizovanih tovarno-manipulativnih jedinica, od kojih se većina njih primenjuje u kombinovanom drumsko-železničkom

transportu, dok se neke primenjuju samo u drumskom ili železničkom transportu.

4.1. MegaSwapBox

MegaSwapBox su u osnovi specijalno razvijeni i modifikovani izmenjivi transportni sudovi, koji su razvijeni zbog potrebe za alternativnim ponudama za transport. Imaju metalnu konstrukciju i oslanjaju se na četiri noge (slika 7).

U drumskom saobraćaju transportuju se na specijalnim drumskim vozilima opremljenim hidrauličnim podizačima platformi, pri čemu ovakva vozila nisu pogodna za javni prevoz. U železničkom saobraćaju se prevoze na posebnim železničkim kolima sa niskim platformama. Za utovar i istovar sa i na železnička kola koriste se specijalni uređaji, dizalice sa hvataljkama.



Slika 7. MegaSwapBox

Tovarno manipulativne jedinice *MegaSwapBox* nude nova rešenja za fiksiranje i osiguranje robe u tovarnom prostoru za vreme transporta. Za fiksiranje se koriste posebne teleskopske šipke, koje se stavljaju u ramove na krov i na pod i koje se mogu pomerati duž *MegaSwapBox*-a.

4.2. A100

Drugi primer nestandardizovane tovarno-manipulativne jedinice je tovarna jedinica A100 koju karakteriše veliki tovarni prostor. A100 je specijalni izmenjivi transportni sud koji može da se primenjuje i u drumskom i železničkom saobraćaju (slika 8).



Slika 8. Specijalni izmenjivi transportni sud A100

4.3. Jumbo poluprikolice

Jumbo poluprikolice su dizajnirane za prevoz tereta i do 3.13 m visine. Povećani kapacitet tovarnog prostora se postize uz pomoć dva nivoa, sprata i smanjenog prečnika točkova

poluprikolice. Kapacitet tovarnog prostora je 100 m³, visina poluprikolice od kolovoza je 0.87 m, a mogućnost nosivosti je 27 t.

Osnovne karakteristike ovih tovarnih jedinica su: potpuna demontaža okvira bez upotrebe bilo kakve posebne opreme, prenosive aluminijumske strane, podesive visine nosača okvira (visina unutrašnjeg prostora može da se poveća do 3 m), multilock sistem obezbeđivanja tereta.

5. MOGUĆNOSTI PRIMENE NESTANDARDIZOVANIH TOVARNO-MANIPULATIVNIJ JEDINICA

Ovo poglavlje predstavlja obradu istraživanja u projektu "TelliBox – Intelligent MegaSwapBoxes for advanced intermodal freight transport" [7]. Ovaj projekat se bavi problemom ograničavanja rasta prevoza robe drumskim transportom. Na početku projekta bilo je potrebno uraditi analizu i utvrditi stvarnu upotrebu transportnih jedinica kombinovanog transporta.

Za istraživanje mogućnosti primene novih nestandardizovanih tovarnih jedinica, u ovom slučaju *MegaSwapBox*-a, prvo je izabrana metoda upitnika, gde su ispitanici (predstavnici transportnih preduzeća u Evropi) odgovarali koja količina tereta se preveze u toku godine, da li su zadovoljni tovarnim jedinicama koje primenjuju, koje tovarne jedinice koriste, itd.

Rezultati dobijeni na osnovu upitnika pokazuju da postoji zainteresovanost za primenu nove tovarne jedinice kombinovanog transporta *MegaSwapBox*. Druga metoda je SWOT analiza koja je primenjena sa ciljem prepoznavanja prednosti, nedostataka, mogućnosti i pretnji novih tovarno-manipulativnih jedinica kombinovanog transporta, radi utvrđivanja mogućnosti njihove šire primene. Ova metoda uzima u obzir i mišljenja stručnjaka koji učestvuju u metodi upitnika.

Iz analize postojećih tovarnih jedinica koje se primenjuju u Evropi, kao i iz istraživanja izvršenog u važnijim evropskim kompanijama, vidi se da postoji prostor za unapređenje intermodalnog transportnog sistema koji se koristi, a koji može da popuni primena sistema koji obuhvata nove nestandardizovane tovarne jedinice, u ovom slučaju *MegaSwapBox*-a.

6. ZAKLJUČAK

Napredak kombinovanog drumsko-železničkog transporta dovodi ne samo do poboljšanja transportne usluge, već ima veoma bitan uticaj na poboljšanje kvaliteta čovekove životne sredine kao posledica smanjivanja emisije štetnih gasova i smanjenja buke.

Takođe, vrlo bitna prednost je direktan uticaj na bezbednost saobraćaja smanjenjem broja teretnih vozila na drumskim saobraćajnicama. Poslednjih dvadeset godina prevoz tereta u Evropi i svetu se povećao zbog globalizacije tržišta i ekonomskog rasta u većini zemalja. Međutim, bez obzira na tu činjenicu, kombinovani transport i dalje ima mali udeo u ukupnoj razmeni robe.

Iz tog razloga, kao i negativnog uticaja drumskog transporta na zakrčenje saobraćajnica i uticaja na životnu sredinu, Evropska Unija ima plan da u narednim godinama oko 40% ukupnog drumskog transporta preusmeri upravo na kombinovani transport, što bi u budućnosti moglo da dovede do dominacije kombinovanih tehnologija transporta.

Kombinovani drumsko-železnički transport u Srbiji nije razvijen na nivou koji bi mogao da se ostvari. Kao glavni razlog za to može da se smatra loša ekonomska situacija u kojoj se naša država nalazi, odnosno slabo razvijena privreda, kao i vrlo male investicije za unapređenje kombinovanog transporta, posebno u periodu od 1990. do 2000. godine.

7. LITERATURA

- [1] Davidović, B.: *Tehnologije kombinovanog transporta*, Beograd 2012..
- [2] Perišić, R.: *Savremene tehnologije transporta II*, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1995.
- [3] Perišić, R.: *Savremene tehnologije transporta I*, Saobraćajni fakultet, Beograd 1985.
- [4] Seidelmann, C.: *40 Years Combined Transport Road-Rail in Europe - From Piggy-Back Transport to an Intermodal Transport System*, Frankfurt 2010.
- [5] Skripta iz predmeta Integralni transport, Fakultet za mediteranske poslovne studije, Tivat 2011.
- [6] Žgaljić, D., Perkušić, Z., Schiozzi, D., "Značenje multimodalnog, intermodalnog i kombiniranog prijevoza u razvoju pomorskih prometnica", istraživački članak.
- [7] Klapita, V., Knizka, J., Grencik, J., Kalincak, D., Masek, J., Zitricky, V., Lizbetin, J., "TelliBox – Intelligent MegaSwapBoxes for advanced intermodal freight transport", projekat.
- [8] Grenčík, J., Kalinčák, D., "New unconventional versatile large size intermodal transport units and their transportation", istraživački članak.
- [9] Marković, I.: *Nove tehnologije transporta i njihov uticaj na privredu*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 1985., članak.
- [10] <http://www.kotschenreuther-fahrzeugbau.de>
- [11] <http://kapitanlogistics.com>
- [12] <https://repozitorij.fpz.unizg.hr>
- [13] <http://www.knapen-trailers.de>

Kratka biografija:

Duškanka Ljevnaić rođena je 1984. godine u Ogulinu u Hrvatskoj. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja-Integralni transport odbranila je 2016. godine.



KARAKTERISTIKE KARBONSKOG OTISKA VOZNOG PARKA
PREDUZEĆA JEZERO D.O.O. KRAGUJEVAC

CHARACTERISTICS OF THE CARBON FOOTPRINT OF TRANSPORT FLEET IN
COMPANY JEZERO LLC KRAGUJEVAC

Jelena Vranić, Đurđica Stojanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – SAOBRAĆAJ

Kratak sadržaj – Predmet istraživanja u radu je utvrđivanje emisija gasova staklene bašte voznog parka preduzeća Jezero d.o.o, kao i mogućnosti smanjenja tih emisija. U cilju obrade postavljenog istraživačkog problema, izvršeno je teorijsko i empirijsko istraživanje. Teorijsko istraživanje je obuhvatalo prikupljanje opštih podataka, brojnih studija slučaja, statističkih izveštaja i druge stručne literature. Empirijsko istraživanje podrazumevalo je analizu studije slučaja, kroz ispitivanje i prikupljanje podataka u prevoznom preduzeću. Na osnovu prikupljenih podataka u preduzeću, izračunat je karbonski otisak njegovog voznog parka.

Ključne reči: Zelena logistika, robni transport, gasovi staklene bašte, karbonski otisak, Jezero d.o.o.

Abstract – This paper focuses on greenhouse gas emissions of transport fleet in the company Jezero LLC – quantification of gases emissions, as well as possibilities to decrease them. Both theoretical and empirical research were performed. Theoretical research included collecting general information, numerous case studies, statistical reports and other related literature. Empirical research included analysis of the case study, through interviews and gathering of the data in the transport firm. Based on collected data and processed data, it is calculated carbon footprint of the fleet.

Key words: Green logistics, freight transport, greenhouse gases, carbon footprint, Jezero LLC

1. UVOD

Predmet istraživanja u radu je analiza karbonskog otiska voznog parka jednog transportnog preduzeća, odnosno emisija gasova staklene bašte voznog parka za sopstvene potrebe. Za studiju slučaja odabrano je preduzeće Jezero d.o.o. Cilj rada bio je da se kvantifikuju emisije gasova staklene bašte koji nastaju eksploatacijom voznog parka preduzeća, kao i da se razmotre mogućnosti smanjenja tih emisija.

U tom smislu, proučene su emisije gasova staklene bašte koje emituju: tegljači, vučni vozovi, kiper kamioni, mikseri, pretakalice i pumpe za beton. Kako je posmatrani vozni park heterogen po starosti i tehnologiji motora, istraživanjem su obuhvaćene tehnologije motora Euro I, Euro III i Euro V.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz -master rada čiji mentor je bila dr Đurđica Stojanović, vanr.prof.

Proučavani gasovi staklene bašte su: CO₂, CH₄, N₂O, pri čemu su svi gasovi pretvoreni nakon proračuna u ekvivalentne emisije CO₂e. Za proračun je korišćen KOPERT (eng. COPERT - Computer Programme to calculate Emissions from Road Transport – Kompjuterski program za proračun emisija poreklom iz drumskog saobraćaja) IV model i softverski alat za određivanje količine emitovanih zagađujućih materija koje potiču od drumskog saobraćaja.

2. ZELENA LOGISTIKA

2.1. Pojam

U izveštaju datom na Generalnoj skupštini Ujedinjenih nacija 1987. godine, od strane Svetske komisije za životnu sredinu i razvoj, odnosno Bruntlendove komisije (*Brundtland Commission*), pod nazivom 'Naša zajednička budućnost' izdvojila se tema brige za budućnost čovečanstva. Najčešće citiranu definiciju održivosti i održivog razvoja je dala upravo Bruntlendova komisija Ujedinjenih nacija iz 1987. godine [1]:

„Održivi razvoj jeste razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjice, a da ne dovodi u pitanje sposobnost budućih generacija da zadovolje vlastite potrebe“.

Održivi razvoj se originalno prikazuje kao pomirenje ekoloških, ekonomskih i društvenih ciljeva [1]. U poslovanju kompanija često posmatraju ova tri cilja tako da jedan isključuje drugi. U praksi međutim, mnoge mere koje smanjuju ekološke uticaje logistike, takozvane mere 'zeleno zlato', takođe štede novac i uvećavaju energetska efikasnost.

Zelena logistika se iz prethodnog može definisati kao [2]:

„logistika gde se ulažu naponi ka smanjenju eksternih uticaja i postizanje održive ravnoteže između ekonomskih, ekoloških i društvenih ciljeva“.

2.2. Uticaj transporta na životnu sredinu

Na današnjem stepenu razvoja civilizacije, između transporta i očuvanja životne sredine postoji sukob interesa. Naime, transport donosi znatne društveno-ekonomske koristi, ali u isto vreme transport utiče na ekološke sisteme. Najvažniji uticaji transporta na životnu sredinu dovode se u vezu sa klimatskim promenama, kvalitetom vazduha, bukom, kvalitetom vode, kvalitetom zemljišta, biodiverzitetom i korišćenjem zemljišta [3].

2.3. Potreba za praćenjem karbonskog otiska kompanija, lanaca snabdevanja i proizvoda

Praćenje karbonskog otiska podrazumeva iznalaženje zajedničkog sistema merenja, koji će omogućiti poređenje emisija GSB pojedinaca, organizacija i proizvoda, kao i poređenje pri različitim aktivnostima. Karbonski otisak

može biti definisan kao: „ukupna količina ugljenik-dioksida i ostalih GSB (izraženih u CO₂ ekvivalentima) emitovanih direktno i indirektno iz neke entiteta“ [4].

Iako još uvek relativno nov koncept, knjigovodstvo karbonskog otiska poslovnih aktivnosti se razvijalo ubrzano poslednjih godina širom sveta. Do današnjeg dana sprovedeno je uglavnom na nivou kompanije, a podržava se od strane državnih regulativa i dobrovoljnih inicijativa. Sada se razvija na poslovnom nivou i prema kompaniji/sektoru. Takođe postoji geografski nivo koji se odnosi na CO₂ emisije ostvarene bilo na lokalnom, državnom, regionalnom ili svetskom nivou (Slika 2.1).



Slika 2.1. Dimenzije karbonskog otiska [5]

3. METODOLOGIJA

Softverskim alatom KOPERT IV procenjuje se emisija najznačajnijih zagađivača (CO, NO_x, isparljiva organska jedinjenja (VOC_s), čvrste čestice (PM), amonijak (NH₃), SO₂, teški metali), kao i gasova koji utiču na efekat staklene bašte (CO₂, N₂O, CH₄), koju proizvode različite kategorije vozila (putnička, laka i teška teretna vozila, mopedi i motocikli). Program omogućava i proces određivanja NO/NO₂, elementarnog ugljenika i organskih čestica i nemetanskih isparljivih organskih jedinjenja (NMVOC_s) tokom rada motora na stabilnoj temperaturi (topla emisija), emisije koje se javljaju prilikom pokretanja motora (tzv. hladan start), kao i emisije NMVOC_s prouzrokovane isparavanjem goriva. Ukupna emisija se proračunava na osnovu prikupljenih empirijskih podataka i faktora emisije [6].

Primenom KOPERT IV modela daje se mogućnost izbora jednog od tri metoda (Tier 1, Tier 2, Tier 3) za procenu emisije zagađivača koja potiče od drumskog saobraćaja. Izbor metoda zavisi od podataka kojima se raspolaže, a postupak izbora je prikazan na Slici 3.1. Algoritam odlučivanja može da se primeni na sve države.

U odnosu na podatke koji su dostupni, u radu se pretežno koristi Tier 2 metod, dok se za proračun CO₂ koristi Tier 3 metod.

Tier 2 pristup uzima u obzir gorivo prema različitim kategorijama vozila i nivo emisije zagađivača (emisione standarde). Potrebno je da se obezbede podaci o broju vozila i godišnjem pređenom putu po tehnologiji vozila. Podaci o pređenom putu množe se sa Tier 2 emisivnim faktorima.

Osnovne jednačine koje se primenjuju u algoritmu su sledeće:

$$E_{i,j} = \sum_k (M_{j,k}) \times EF_{i,j,k} \quad (3.1.)$$

ili

$$E_{i,j} = \sum_k (N_{j,k} \times M_{j,k} \times EF_{i,j,k}) \quad (3.2.)$$

gde je,

$\langle M_{j,k} \rangle$ - ukupan godišnji pređeni put koji su prešla sva vozila j tehnologije k [voz x km],

$EF_{i,j,k}$ - tehnološki specifični emisivni faktori zagađivača i za vozilo kategorije j tehnologije k [g/voz x km],

$M_{j,k}$ - prosečan godišnji pređeni put (prosečna godišnja kilometraža) koju je prešlo vozilo kategorije j tehnologije k [km/voz],

$N_{j,k}$ - broj vozila kategorije j tehnologije k u voznom parku države.



Slika 3.1. Algoritam izbora metoda za procenu emisije izduvnih gasova koja potiče od drumskog saobraćaja [6]

U radu su izračunati samo CO₂, CH₄ i N₂O emisije za vozni park koji je sastavljen isključivo od teških teretnih vozila i shodno tome se koriste odgovarajući emisivni faktori KOPERT softvera za takav slučaj.

Tier 3 metod daje najpreciznije izlazne podatke, a dostupnost ulaznih podataka omogućava njegovu primenu. Prema tome, emisija ugljen-dioksida biće izračunata prema Tier 3 metodi zbog toga što emisija CO₂ ima najveći značaj za rezultate ovog rada. Emisija se procenjuje na osnovu potrošnje goriva, uz pretpostavku da sadržaj ugljenika u gorivu u potpunosti oksidira u CO₂.

Masa CO₂ koju emituju vozila tehnologije k , sagorevanjem goriva m , može se izračunati kao:

$$E_{CO_2,k,m}^{CALC} = 44.011 \times (FC_{k,m}^{CALC} / (12.011 + 1.008 r_{H,C,m} + 16.000 r_{O,C,m})) \quad (3.3.)$$

gde je,

$E_{CO_2,k,m}^{CALC}$ - emisija CO₂, koja zavisi od potrošnje goriva, dobijena na osnovu izračunate (što se označava sa CALC) potrošnje goriva vozila tehnologije k , sa pogonom na gorivo m .

$FC_{k,m}^{CALC}$ - potrošnja goriva vozila tehnologije k za posmatrani vremenski period.

$r_{H,C}$ - odnos atoma vodonika prema atomima ugljenika.

$r_{O,C}$ - odnos atoma kiseonika prema atomima ugljenika.

4. PRORAČUN KARBONSKOG OTISKA PREDUZEĆA JEZERO D.O.O.

Preduzeće Jezero d.o.o. je osnovano 1989.god. u Kragujevcu. Prvobitno preduzeće Jezero d.o.o. sada predstavlja tri odvojene celine:

- Jezero d.o.o. – u čijoj nadležnosti se sada nalazi funkcija prodaje i servisa vozila, benzinska pumpa, funkcija transporta, kako unutrašnjeg, tako i međunarodnog.
- Jezero Beton d.o.o. – koje je preuzelo funkciju visokogradnje i niskogradnje, zbog povećanog obima posla.
- Jezero Lake d.o.o. sa sedištem u Prnjavoru – koje je preuzelo poslove za teritoriju Bosne i Hercegovine.

Vozni park preduzeća broji: 28 tegljača, 10 vučnih vozova, 7 kiper kamiona, 8 miksera, 2 pumpe za beton i pretakalicu. Od ukupno 56 vozila u 7 vozila se nalazi motor tehnologije Euro I, 28 vozila je sa Euro III tehnologijom, a 21 vozilo sa Euro V tehnologijom motora.

4.1. Proračun emisija štetnih gasova

Proračun emisija se vrši korišćenjem formula 3.1-3.3 za sva vozila voznog park. Nakon proračuna emisija pojedinačnih gasova vrši se proračun CO₂e u skladu sa globalnim potencijalom zagrevanja određenih gasova.

4.2. Rezultati istraživanja

U analizi je korišćen intenzitet emisija kako bi se pokazale emisije različitih kategorija vozila po količini prevezene robe i pređenim kilometrima. Ovo je najbolji način da se uporede različita vozila.

Posmatrajući godišnju prevezenu količinu robe, najveći zagađivači su vučni vozovi, koji po jednoj toni prevezene robe emituju 158,38 kg CO₂e. Sa druge strane, mikseri su najmanji zagađivači sa 3,75 kg emitovanog CO₂e po toni prevezene robe. Ukoliko se uzme u obzir godišnji pređeni put, najveći zagađivači su mikseri, dok su najmanji pretakalice. Nije bilo moguće uporediti intenzitet emisija pumpi za beton, jer su bili dostupni podaci o radnim satima pumpi, a ne i ispumpanoj količini betona. (Tabela 4.1)

Tabela 4.1. Intenzitet emisija prema kategoriji vozila

Kategorije vozila	Godišnji pređeni put (km)	Godišnja količina prevezene robe (t)	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e/t	kgCO ₂ e/km
Tegljači	2079279,00	30040,39	2492275,95	82,96	1,20
Vučni vozovi	791178,00	4247,19	672642,19	158,38	0,62
Kiper kamioni	681291,00	207365,14	1021400,48	4,93	1,50
Mikseri	107843,00	98818,44	229784,28	3,75	2,05
Pretakalice	29441,00	2338,00	23181,12	9,90	0,78
Pumpe za beton	Radni sati (h)				kgCO ₂ e/radni h
	2922,00	37841,40	70991,10	1,88	20,15

U odnosu na primenjenu tehnologiju motora, prema količini prevezene robe, najveći problem stvaraju vozila sa Euro III tehnologijom motora, a najmanji Euro V vozila. Uzimajući u obzir pređene kilometre, najveći emiteri štetnih gasova su vozila sa Euro V tehnologijom motora, a Euro III vozila najmanji (Tabela 4.2).

Tabela 4.2. Intenzitet emisija za vozila sa različitim tehnologijama motora

Tehnologija motora	Godišnji pređeni put (km)	Godišnja količina prevezene robe (t)	kgCO ₂ e	kgCO ₂ e/t	kgCO ₂ e/km
Euro I	982922,00	7488,62	488158,71	62,60	1,22
Euro III	2126847,00	26394,04	241040,93	91,33	1,13
Euro V	1119523,00	268946,41	1622322,22	6,03	1,63

5. DISKUSIJA

Najveći intenzitet emisija po prevezenoj toni tereta imaju vučni vozovi, jer je kod te grupe vozila najmanja iskorišćenost nosivosti vozila (Tabela 4.1). Zatim sledi grupa vozila tegljači koji imaju skoro duplo manji intenzitet emisija kod kojih je isto zapažena loša iskorišćenost nosivosti, jer tovarni prostor nije uvek u potpunosti iskorišćen (Tabela 4.1). Iskorišćenost tovarnog prostora u najvećoj meri zavisi od trenutne ponude na tržištu, ali i od samih karakteristika robe. Nekada roba zauzima ceo tovarni prostor, ali je laka i u takvim slučajevima to ide u korist preduzeću, jer je manja potrošnja goriva. Najmanji intenzitet emisija ima kategorija miksera i zatim kiper kamiona, jer se za robu koji oni prevoze obično gleda da bude natovarena do maksimalnog kapaciteta vozila (Tabela 4.1). U slučaju miksera to je beton, dok su u slučaju kiper kamiona to obično građevinski materijali kao što je pesak, šljunak ili ugalj. Najviši intenzitet emisija po pređenom kilometru imaju mikseri, jer oni imaju dosta visoke emisije koje proizilaze iz visoke potrošnje goriva, koja je posledica njihove visoke nosivosti, a sa druge strane prelaze dosta male kilometraže, jer su obično angažovani na lokalnim građevinskim projektima (Tabela 4.1).

Kada se posmatra intenzitet emisija prema tehnologiji motora, najviše kgCO₂e po toni prevezene robe imaju vozila Euro III tehnologije motora, jer upravo vozila koja, prevoze najmanje količine robe, kao što su tegljači i vučni vozovi, imaju tu tehnologiju motora. Potpuno obrnut slučaj se javlja kod intenziteta emisija prema pređenom kilometru, koji je najveći kod vozila sa Euro V tehnologijom motora. To su vozila iz kategorija miksera i kiper kamiona, koja dnevno prevoze veće količine tereta, ali pređu manji put (Tabela 4.2).

5.1. Predlozi mera za smanjenje emisija gasova staklene bašte preduzeća Jezero d.o.o.

Motivacija menadžera koji upravljaju voznim parkovima kompanija koje se bave drumskim prevozom robe, kao što je Jezero d.o.o., da smanje emisije, je isključivo ekonomske prirode.

Ono u čemu se poklapaju interesi svake transportne kompanije sa onim čemu se teži u smanjenju uticaja sektora na okolinu je smanjenje potrošnje goriva. Stoga će kao najveće mogućnosti za smanjenje emisija biti predstavljene mere smanjenja potrošnje goriva, čime je moguće direktno smanjiti i emisiju štetnih gasova.

Mere se mogu posmatrati kroz sledeće aspekte:

1. Povećanje energetske efikasnosti promenom načina vožnje vozača, odnosno razvoj eko vožnje vozača i povezane mera.
2. Poboljšanje tehničkih i tehno-eksploatacionih karakteristika vozila u raspoloživom voznom parku (postavljanje aerodinamičkih pomagala na vozila za daljinski transport, čime se poboljšava njihova aerodinamičnost).
3. Redovno održavanje, korišćenje savremene opreme i uređaja i racionalna eksploatacija takođe mogu da utiču na optimalnu potrošnju goriva (na primer, ugradnja širokih guma, sistema za automatsko naduvavanje guma, pomoćnih uređaja za napajanje, koji mogu da se dodaju spolja na kabinu kamiona, grejača kabine za

spavanje vozača i drugih uređaja koji smanjuju potrebu da motor bude uključen i, posledično, emisije gasova). Ugradnja katalizatora i filtera čađi u izduvni sistem vozila takođe može da bude razmotrena.

U tom smislu, poželjno je da se u plan upravljanja voznim parkom u preduzeću ubace i mere za maksimizaciju operativne efikasnosti vozila.

4. Prelazak na upotrebu energetski efikasnijih vozila.

Smanjenje emisija štetnih gasova teških teretnih vozila može se postići i korišćenjem alternativnih goriva kao što su biodizel, biogas, prirodni gas, tečni naftni gas (tng), komprimovani prirodni gas (kng), vodonik.

Ovakvo rešenje je nemoguće u skorijoj budućnosti, što zbog nedostupnosti takvih goriva, tako i cene modifikacije vozila kako bi bila prilagođena upotrebi datih vrsta goriva. Još dalje od upotrebe u jednom ovakvom preduzeću se nalaze hibridna i vozila na električni pogon koja su ograničena veličinom baterija, pa su tako te tehnologije primenljive na manjim vozilima koja nisu dominantna u ovom preduzeću.

5.2. Ograničenja i dalji pravci istraživanja

Jedno od glavnih ograničenja u istraživanju jeste to što preduzeće ne poseduje jedinstvenu bazu podataka za čitav vozni park. Vode se različite evidencije, za različite kategorije vozila, od strane različitih ljudi. Usled toga, prikupljanje podataka koji su obrađeni bilo je vrlo otežano, a neki podaci potrebni za proračun karbonskog otiska nisu uopšte bili dostupni.

Za potrebe ovog rada je korišćen Tier 2 pristup koji, kao što je prethodno objašnjeno, samo uzima u obzir gorivo prema različitim kategorijama vozila i nivo emisija zagađivača (emisione standarde). Ovaj pristup ne uključuje mnoge faktore koji utiču na emisije gasova jednog voznog parka. Za potrebe daljih istraživanja poželjno bi bilo koristiti računanje emisija izduvnih gasova prema Tier 3 metodu koje se vrši kombinovanjem podataka proizvođača (npr. o emisionim faktorima) i podataka o aktivnostima (npr. ukupan pređeni put vozila) [6].

Takođe, u radu je razmatran samo karbonski otisak teretnog voznog parka. Nisu analizirani drugi uticaji preduzeća na životnu sredinu (potrošnja električne energije, prevoz zaposlenih, energetska efikasnost objekata i slično), koji bi trebalo da budu uzeti u obzir ukoliko bi preduzeće pravilo sveobuhvatniju procenu svog uticaja na životnu sredinu.

Reorganizacija i unapređenje poslovnih procesa unutar preduzeća doprineli bi kako sprovođenju kvalitetnijih istraživanja, tako i mogućnosti da preduzeće samostalno i kontinualno prati ostvareni uticaj transporta na životnu sredinu.

6. ZAKLJUČAK

U radu je analiziran ekološki uticaj voznog parka jednog našeg preduzeća sa razvijenim voznim parkom određivanjem njegovog karbonskog otiska. Osnovna postavka u radu je da se emisije GSB procenjuju na osnovu potrošnje goriva, dok je osnovno ograničenje u izradi bila dostupnost podataka o strukturi voznog parka posmatranog preduzeća Jezero d.o.o., tehnologiji vozila u istom i pristup potrebnim tehnološko-eksploatacionim pokazateljima. Rezultati analize dali su preliminarne procene emisija gasova staklene bašte posmatranog preduzeća, dok je za tačan proračun potrebno

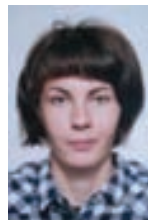
imati jedinstvenu bazu podataka o emisionim faktorima preduzeća, a podatke treba prikupljati u kontinuitetu. Dobijene informacije imaju i praktičan značaj, jer mogu da posluže kao osnov za unapređenje poslovanja preduzeća, u smislu da ono počne da razvija instrumente i procedure za smanjenje negativnog uticaja na okolinu i tako postane ekološki svesnije i odgovornije.

U prevazilaženju sve većeg jaza između opredeljenja za zdraviju životnu sredinu i potrebe budućeg ekonomskog rasta slabo razvijenih zemalja, kao što je Srbija, uvođenje koncepta održivog razvoja predstavlja potrebu naprednog društva i jedino ispravno rešenje. U tom smislu, logistička preduzeća treba podržati i usmeriti odgovarajućim mehanizmima i pravnom regulativom. Na primer, na strateškom nivou poželjno je da se kao jedna od narednih mera predvidi postepeno uvođenje obaveznih statističkih izveštaja preduzeća o pokazateljima emisija gasova staklene bašte, kao i emisija drugih gasova koji su značajni zagađivači prilikom eksploatacije voznog parka.

7. LITERATURA

- [1] Brundtland Commission, "Our Common Future", Oxford University Press, Oxford, 1987.
- [2] www.greenlogistics.org
- [3] Rodrigue, JP., "The Geography of Transport Systems", Routledge, New York, 2013.
- [4] The Carbon Trust, "Carbon Footprinting: An intrusion for organizations", The Carbon Trust, London, 2007.
- [5] Stojanović, Đ., "Skripte sa predavanja za predmet Povratna i zelena logistika", Fakultet Tehničkih nauka, Novi Sad, 2007.
- [6] Papić, V., Vidović, M., Manojlović, A., Momčilović, V., Trifunović, J., Vukadinović, K., Popović, J., Miljuš, M., medar, O., Bijelić, N., Vujnović, D., Ranković, B., Drenovac, D., Ratković, B., Popović, D., "Određivanje količina emitovanih gasovitih zagađujućih materija poreklom od drumskog saobraćaja primenom COPERT IV modela Evropske Agencije za životnu sredinu", Institut saobraćajnog fakulteta, Univerzitet u Beogradu, 2010.
- [6] McKinnon, A., Cullinane, S., Browne, M., Whiteing, A., "Green Logistics: Improving the environmental sustainability of logistics", Kogan Page, London, 2010.

Kratka biografija:



Jelena Vranić rođena je u Kragujevcu 1987. god. Diplomski-master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja – Povratna i zelena logistika. Trenutno živi i radi u Kragujevcu.



Đurđica Stojanović je vanredni profesor na Departmanu za saobraćaj Fakulteta tehničkih nauka, gde je diplomirala, magistrirala i doktorirala. Njena osnovna oblast rada i istraživanja je transportna logistika.

KONCEPT DIREKTNIH LANACA SNABDEVANJA HRANOM**SHORT FOOD SUPPLY CHAIN CONCEPT**Timea Ador, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U radu su opisani i analizirani lanci snabdevanja hranom kao i osnovni problemi povezani sa njihovim upravljanjem. Centralni deo rada obrađuje temu direktnih odnosno kratkih lanaca snabdevanja hranom, kao i koncept "od farme do restorana" u kontekstu povećanja prodaje malih preduzeća iz oblasti prehrambene industrije. Poslednji deo rada rezervisan je za istraživanje mogućnosti formiranja direktnih lanaca snabdevanja hranom u Srbiji.

Abstract –The work will primarily be dedicated to the food supply chain as well as their management and problems that occur when operating. It will also talk about direct and short food supply chains, as well as on the concept of "from farm to restaurant" and how to increase sales. The final part is reserved to explore the possibility of creating direct food supply chains in Serbia.

Gljučne reči: Lanci snabdevanja hranom, direktni lanci snabdevanja hranom (DLSH).

1. UVOD

Žestoka konkurencija na savremenom tržištu i povećana očekivanja potrošača, primorali su kompanije da investiraju i usmere pažnju na odnose sa svojim kupcima i dobavljačima. Lanci i mreže snabdevanja hranom igraju važnu ulogu u omogućavanju pristupa tržištima za proizvođače iz zemalja u razvoju, kao i za lokalna, regionalna i izvozna tržišta.

Predmet ovog rada obuhvata opis i analizu lanaca snabdevanja hranom sa posebnim akcentom na direktne lance snabdevanja hranom, kako u svetu tako i u Srbiji. Cilj rada je da se ukaže na najbolje primere i načine upravljanja lancima snabdevanja hranom, kako bi zadovoljile potrebe potrošača uz prihvatljivu cenu i troškove proizvođača. Obradom datih primera i sistematizacijom dobre prakse moguće je stvoriti dobru polaznu osnovu za eventualni razvoj koncepta lanaca snabdevanja hranom i u našim uslovima poslovanja.

2. LANCI SNABDEVANJA I NJIHOVO UPRAVLJANJE**2.1. Osnovne napomene u lancima snabdevanja**

Lanac snabdevanja može se posmatrati kao niz procesa koji prati transformaciju tokova materijala, informacija i kapitala, a koji za krajnji cilj imaju da zadovolje zahteve korisnika. Lanac snabdevanja obuhvata ne samo dobavljače i proizvođače, nego, u zavisnosti od logističkih

tokova, prevoznike, skladištare, trgovce i same potrošače [1]. U širem smislu, lanci snabdevanja obuhvataju i razvoj novih proizvoda, marketing, poslovanje, distribuciju, finansije i korisnički servis.

2.2. Problemi upravljanja lancem snabdevanja

Kao primer složenosti upravljanja lancem snabdevanja može se koristiti „igra distribucije piva“ ili „Beer Distribution Game“.

Problemi koji se javljaju u ovoj logističkoj igri se najčešće javljaju i u realnim uslovima poslovanja. Problemi upravljanja lancem snabdevanja, u najvećem broju slučajeva nisu prouzrokovani spoljnim faktorima, već potiču od loše koordinacije nezavisnih aktera u samim lancima snabdevanja.

Glavni faktori su potražnja, kvalitet informacija i kašnjenje koje se može dogoditi u okviru lanca snabdevanja.

Navedena logistička igra je tako zamišljena da svaka faza ima dobre lokalne informacije (porudžbine i nivoe zaliha), ali i ograničene informacije po pitanju nivou zaliha i nalozima drugih aktera u lancu snabdevanja. Cilj simulacije je da se minimiziraju ukupni troškovi svih učesnika u lancu snabdevanja.

Ipak, učesnici donose samostalno odluke, rukovodeći se samo sopstvenom percepcijom maloprodajne potražnje, koju dobijaju preko porudžbina od svojih klijenata.

Rezultati ove simulacije pokazuju da postoje ogromne oscilacije u odvijanju procesa u lancu snabdevanja. Ova simulacija predstavlja igru u kojoj se očekuje da učesnici smanje troškove u lancu snabdevanja upravljanjem nivoom zaliha u velikom broju proizvodnih i distributivnih procesa u različitim fazama lanaca snabdevanja [5].

3. DIREKTNI LANCI SNABDEVANJA HRANOM**3.1. Lanci snabdevanja hranom**

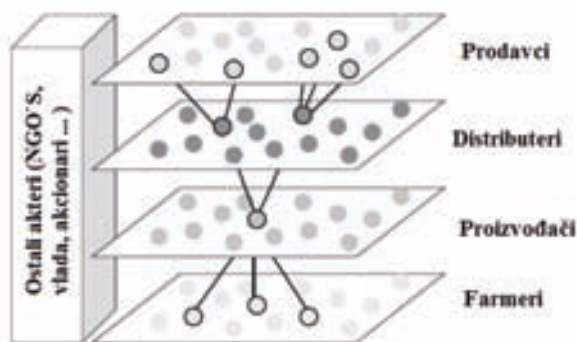
Prehrambeni sistem se sastoji od organizacija koje su odgovorne za proizvodnju i distribuciju biljnih i životinjskih proizvoda. U principu mogu se razlikovati dva osnovna tipa prehrambenih lanaca [5]:

- Prehrambeni lanci za sveže poljoprivredne proizvode (kao što su sveže povrće, voće, cveće). Ovi lancimogu da sadrže uzgajivače, posredne uvoznike, izvoznike, trgovce i specijalizovane prodavnice i usluge njihovih dobavljača.

- Prehrambeni lanci za prerađenu hranu (kao što je suvo meso, grickalice, sokovi, poslastice, konzervirana hrana). U ovim lancima, poljoprivredni proizvodi se koriste kao sirovina za proizvodnju potrošačkih proizvoda sa većom dodatnom vrednošću.

NAPOMENA:

Ovaj rad prouk kao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marinko Maslarić, docent.



Slika 1. Šema lanca snabdevanja iz perspektive procesa u ukupnoj mreži lanca snabdevanja hranom [5]

3.2. Osnovne napomene o direktnim lancima snabdevanja hranom

Direktan (kratak) lanac snabdevanja hranom (eng. *short food supply chain* - SFSC) je termin koji opisuje širok spektar proizvodnje, distribucije i potrošnje hrane [7]. Uopšteno, lanac snabdevanja hranom se može definisati kao "kratak" kada se odlikuje kratkim rastojanjem, ili sa samo nekoliko posrednika između proizvođača i potrošača.

Direktni lanci snabdevanja hranom (DLSH) su prvobitno identifikovani kao primeri "otpora" poljoprivrednika prema modernizaciji sistema distribucije hrane, koju karakteriše razvoj lanaca snabdevanja na osnovu trgovine na daljinu. Otpor se sastojao u tome, da prodajom direktno potrošaču, poljoprivrednici zaobilaze posrednike i na taj način mogu razviti samostalne marketinške strategije zasnovane na diferencijaciji. DLSH su alternative globalizovanim lancima hrane i igraju sve važniju ulogu u mrežama snabdevanja hranom.

3.3. Studija slučaja: efikasnost koncepta "od farme - do restorana"

Obradena studija slučaja vezana je za razvoj koncepta DLSH u SAD. Rastuća potražnja za lokalno uzgajanim proizvodima je doprinela značajnim promenama u lancima snabdevanja hranom. Direktna interakcija i reklamiranje poljoprivrednih proizvoda u lokalnim restoranima se smatra kao osnovna prilika za povećanje prodaje poljoprivrednih proizvoda i povećanje učešća potrošača u lokalnim poljoprivrednim operacijama. Pored toga, prodaja proizvoda restoranima, može dati proizvođačima uvid u aktuelne trendove na tržištu i promenljivim zahtevima potrošača kod prehrambenih proizvoda i atributima koje poseduju [4].

Povećanje nivoa prodaje "direktno do potrošača"

Zbog porasta interesa potrošača u tome da ostvare bliže veze sa hranom koju konzumiraju, došlo je do snažnog rasta i broja farmi koje vrše prodaju direktno potrošačima (eng. *directtocustomer*-D2C). Ovo je istina ne samo u okrugu koji je bio obuhvaćen posmatranom studijom, već i šire, u celoj Americi. D2C farme su one farme koje prodaju barem deo njihovih proizvoda direktno pojedincima za ljudsku ishranu [4].

Realizacija studije

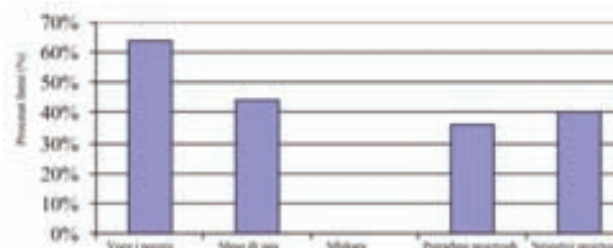
Sakupljanje podataka u navedenoj studiji je realizovano preko anketa koje su preko e-maila poslate lokalnim poljoprivrednim proizvođačima i vlasnicima restorana u

posmatranom okrugu [4]. Istraživanje je sprovedeno na četiri restorana koji učestvuju u proceni potražnje za lokalnom hranom i ocene njihove spremnost da plate premije za ove proizvode. Anketa se odnosila na sledeća pitanja:

- karakteristike farmi,
- karakteristike restorana,

Rezultati istraživanja - farme

Rezultati studije pokazuju da je obim posla farmi koje su direktno prodavale robu restoranima veći, da imaju više zaposlenih i više obradivog zemljišta. Konkretno, preko 60% farmi koje prodaju restoranima, prodaju voće i povrće u poređenju sa 42% koji prodaju meso ili jaja (grafikon1).

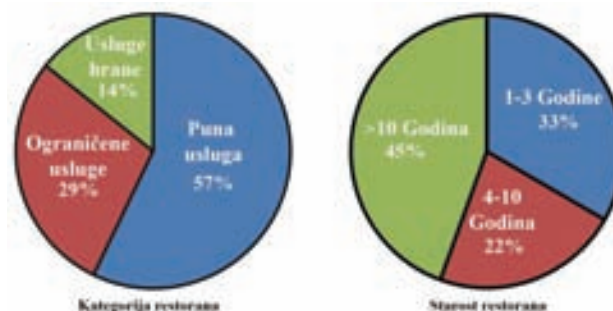


Grafikon 1. Prikaz proizvoda prodatih restoranima [4]

Na osnovu rezultata istraživanja zaključeno je da se najveći procenat prodaje na tržištu ostvaruje preko sopstvenih poljoprivrednih štandova-pijaca i vlastitog sajta. Upoređujući broj maloprodajnih i/ili veleprodajnih kanala u zavisnosti od toga da li farma prodaje robu restoranima ili ne, utvrđeno je da farme koje prodaju restoranima robu koriste više načina prodaje i više prodajnih mesta. Generalno, farme koje prodaju hranu direktno restoranima koriste skoro 3 puta više prodajnih kanala od onih koje ne prodaju.

Rezultati istraživanja - restorani

Kao što je prikazano (grafikon 2), struktura analiziranih restorana je sledeća: 57% ispitanih restorana su imali restorane sa kompletnom uslugom, 29% su imali ograničene usluge, a 14% su bili uključeni u specijalizovane usluge hrane (npr. ugostiteljstvo). Jedna trećina ispitanika je radila između 1 i 3 godine, 22% između 4 i 10 godina, a 45% preko 10 godina.



Grafikon 2. Karakteristike restorana po kategoriji i godinama rada [4]

Rezultati istraživanja pokazuju da skoro svi restorani veruju da je kupovina lokalnih proizvoda važna za njihovo poslovanje (56% misli da je "veoma važno", a 33% smatra da je "važno"). Svi ispitani restorani su mišljenja da korišćenje lokalnih prehrambenih proizvoda kroz restorane može biti efikasan način da se promoviše

lokalna hrana i podrže lokalni proizvođači. Sirovo voće i povrće čine najčešće kupovane proizvode, nakon čega slede meso i mlečni proizvodi, kao i prerađeni prehrambeni proizvodi. Takav širok izbor proizvoda može otvoriti nove mogućnosti prodaje na širokom spektru farmi u području, pri čemu bi se posebna pažnja posvetila zahtevima kupaca, rasporedu proizvodnje proizvoda i otvorenosti komunikacije između kupaca i prodavaca

4. DIREKTNI LANCI SNABDEVANJA KAO ŠANSZA ZA PROŠIRENJE USLUGA LOGISTIČKIH PROVAJDERA

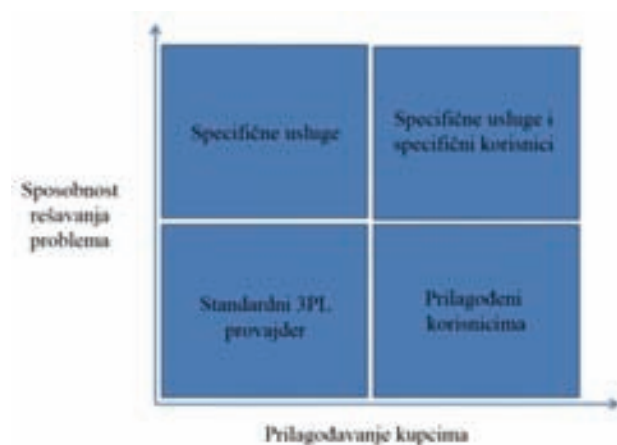
Kako raste potražnja kupaca za lokalnim proizvodima, neophodno je istražiti potrebe, zahteve i mogućnosti za provajdere logističkih usluga koji bi opsluživali lokalne proizvođače hrane. Proizvođači lokalnih proizvoda i distributeri suočavaju se sa logističkim problemom karakterističnim za manja ili srednja preduzeća. Činjenica da je hrana kvarljiva i da je upravljanje lancima hrane regulisano složenim državnim i evropskim zakonskim odredbama, daje svoje karakteristike i posebnosti lancu snabdevanja. Lokalni lanac snabdevanja hranom zahteva inovativna logistička rešenja koja nude specijalizovani operateri usluga.

4.1. Provajderi logističkih usluga- *Third party logistics* (3PL)

Provajderi logističkih usluga (3PL) se mogu definisati kao usluge koje se mogu prilagoditi potrebama klijenata na osnovu tržišnih uslova (slika 2). Za provajdere logističkih usluga, definisanje usluga koje nude bazira se na tri pitanja [3]:

- da li su kupci spremni da plate za usluge sa dodatnom vrednošću?
- kakva vrsta ponude usluga treba da bude izrađena za kupce?
- kako pretvoriti dodatnu vrednost usluge u novčani tok i profit?

Pretpostavka je da su korisnici logističkih usluga sve spremniji da plate usluge sa većom dodatnom vrednošću. U sektoru malih i srednjih preduzeća, gde spadaju nacionalne prehrambene industrije, odgovor ipak nije tako jednostavan i zahteva posebnu analizu naročito u kontekstu odgovarajućih poslovnih modela.



Slika 2. Klasifikacija provajdera logističkih usluga [3]

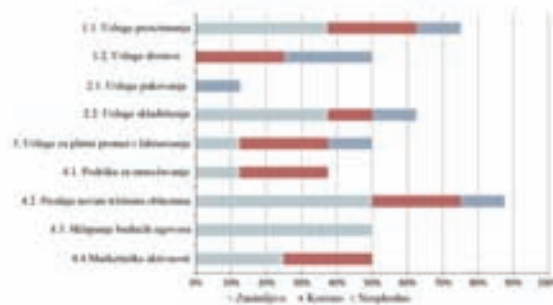
4.2. Studija slučaja uključivanja 3PL u DLSH

Direktni i alternativni lanci snabdevanja hranom se često definišu kao deo nekog područja, odnosno okruga. Proizvođači ne opslužuju samo lokalno područje, deo proizvodnje je usmeren na lokalne trgovce, a ostali delovi su usmereni na nacionalne i globalne lance ishrane. Slično tome, potrošači ne mogu da zadovolje svoje potrebe za hranom samo kupujući od lokalnih prodavaca, onitakođe kupuju hranu preko konvencionalnih lanaca snabdevanja hranom, koji su zasnovani na nacionalnoj i međunarodnoj trgovini.

Posmatrana studija imala je za cilj da analizira moguće poslovne modele i usluge regionalnih provajdera logističkih usluga, koje bi oni mogli da ponude malim preduzećima za preradu hrane koji prodaju većinu svojih proizvoda lokalnim kupcima u regionu.

Rezultati studije

Potreba za logističkim uslugama, distribucijom i transportnim uslugama izražena je od svih strana u lokalnom (direktnom) lancu snabdevanja hranom. Rezime izraženih potrebnih usluga je prikazan na grafikonu 3.



Grafikon 3. Rezime iskazanih potreba za uslugama lokalnih proizvođača hrane [3]

U cilju formiranja potencijalnih ponuda usluga, definisane zahtevane usluge su identifikovane i definisane kao osnovne usluge, pomoćne usluge i usluge podrške. Krajnji cilj je bio da se izgrade novi poslovni modeli, što je dovelo do dva glavna uslova za formiranje usluga: "Usluge koje se nude moraju da budu unosni proizvodi za kupce" i "Usluge koje se nude moraju biti primenljive za mala preduzeća i preduzetnike". Ovi uslovi zatim vode do trećeg uslova: "Ostale usluge bi trebalo da budu izdvojene od osnovnih, koliko je to moguće".

5. ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI FORMIRANJA DIREKTNIH LANACA SNABDEVANJA HRANOM U SRBIJI

Maloprodaja se u Srbiji još uvek razvija. Potrošači kupuju privatne robne marke, jer je odnos cena i kvaliteta dobar. Cene mogu biti i do 35% niže u odnosu na specifične proizvođače robnih marki, bez mnogo razlike u kvalitetu [6]. Dostupnost privatnih brendova potrošačima je najveća u Beogradu i u Vojvodini, gde je preko 6% njihove ponude koncentrisano u 10 najvećih gradova. Delta Tempo, Idea i Mercator centar imaju u svojim asortimanima preko 1000 proizvoda privatnih brendova, dok Interek i Metro prodaju od 300 do 500 proizvoda privatnih brendova. Metro ima 125 prehrambenih i neprehrambenih artikala iz Srbije i 200

stranih brendova. Ovo bi doprinelo boljoj perspektivi Srbiji u lancima snabdevanja hranom, ukoliko bi postali dobavljači tih proizvoda. Da bi se to desilo, neophodno je da se uspostave bliski kontakti sa lancima supermarketa u skladu sa standardima koje zahtevaju. Ipak, pored formalnog tržišta hrane, značajan deo hrane se stiče kroz neformalne kanale direktno sa farme i na tržište, dok je na farmi korišćenje proizvoda iz sopstvene proizvodnje takođe važno. Moderni sektor maloprodajnog lanca u Srbiji zahteva sve oštrije garancije kvaliteta i bezbednosti hrane po konkurentnim cenama. Ove garancije se sprovede ugovorima. Glavni izazov za poljoprivredni i prerađivački sektor je da se zadovolji sve veći broj zahteva i standarda duž svih lanaca snabdevanja hranom.

6. ZAKLJUČAK

Obrađene studije slučaja pokazuju veliki značaj kolektivnog i zajedničkog delovanja, ne vezano da li je to među proizvođačima, ili između potrošača i lokalnih institucija. Sa povećanim interesovanjem za korišćenjem lokalnih namirnica u restoranima, važno je da se bolje razume razvoj i dugoročna održivost F2C odnosa, uticaj na farme i performanse restorana, kao i prepreke koje mogu da ograniče širenje prodaje u ovom rastućem tržišnom kanalu.

Da bi se bolje razumele prepreke za povećanje korišćenja F2C marketinga, poljoprivrednici i restorani su identifikovali osnovne prepreke koje ometaju njihov napredak. U principu, poljoprivrednici su bili ograničeni proizvodnim kapacitetima i uslovima rada. Koncept ograničenog obima prodaje, skromnije cene i ograničenje vremena često zatvaraju vrata proširenju ovog tržišnog kanala.

Sa druge strane, restorani su spremni da kupuju više ukoliko mogu, ali vremenske restrikcije ograničavaju broj restorana koji mogu sa tim da se nose kako bi dobili količinu i raznovrsnost proizvoda koje žele. Pored toga, potrebno je poboljšati komunikaciju između poljoprivrednika kako bi se olakšala razmena dobara i stalno ažurirati informacija o dostupnosti proizvoda i vremenu.

Marketinška udruživanja i nabavke po grupama poljoprivrednika i/ili restorana mogu biti ključni faktor u rešavanju mnogih od ovih pitanja.

Strukturne karakteristike lanca snabdevanja poljoprivredno-prehrambenih proizvoda u Srbiji ukazuje na dvostruke strukture u svakom delu lanca. Veliki broj malih do veoma malih farmi i preduzeća dominiraju kako u primarnom poljoprivrednom sektoru, tako i u industriji. Kućna potrošnja i direktna prodaja hrane (neformalna ekonomija) je veoma značajna u Srbiji.

To podrazumeva da veliki deo poljoprivrednog sektora nije integrisan u lance snabdevanja hranom, ili ugovaranjem (bilo kojim drugim sredstvima) održivih poslovnih odnosa.

Ovo je velika grupa malih poljoprivrednika. Pored toga, postoji veliki broj malih jedinica za preradu. Njihov položaj je izuzetno značajan jer oni moraju biti u skladu sa zahtevima maloprodajnih lanaca. Vođeni su od strane povećanja svesti potrošača i javne politike koji imaju za cilj uspostavljanje pravnog okvira standarda za sigurnost i kvalitet hrane.

7. LITERATURA

- [1] Gajić, V., Skripte sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2008.
- [2] Kneafsey, M., Balint, B., Short food supply chains and local food systems in the EU, Joint Research Centre, United Kingdom, 2013.
- [3] Niemi, P., Developing a service offering for a logistical service provider- Case of local food supply chain, Finland, 2013.
- [4] Schmit, T.M., The effectiveness of farm-to-chef marketing of local foods, Cornell University Ithaca, New York, 2010.
- [5] Trienekens, J.H., Agro-industrial supply chain management, Food and agriculture organization of the united nations, Rome, 2007.
- [6] Serbia on the road [Online] Dostupno na: <https://books.google.rs/>
- [7] Razumevanje lanca snabdevanja [Online] Dostupno na: <http://www.doiserbia.nb.rs>

Kratka biografija:



Timea Ador rođena je u Somboru 1990.god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja –oblikovanje logističkih procesa u lancima snabdevanja odbranila je 2016. god.

**PRENOS PODATAKA PREKO KABLOVSKIH DISTRIBUCIONIH SISTEMA
DATA TRANSMISSION OVER CABLE DISTRIBUTION SYSTEMS**Dejan Todorčić, Dejan Nemeć, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – Brz protok i velike količine podataka su sve važniji u savremenom poslovanju, kao i u različitim komunikacijskim uslugama koje su sastavni deo svakodnevnog života. Fokus ovog rada usmeren je prema kompletnoj realizaciji HFC mreže, kao trenutno najzastupljenijoj vrsti kablovskih mreža u našoj zemlji. Budućnost kablovskih distribucionih sistema svakako jeste prelazak sa HFC sistema na FTTB, tj. FTTH.

Abstract – Fast and reliable communication is very important in modern business. This paper deals with modern HFC networks which are very popular and widely present in Serbia. Cable distribution systems are aiming towards FTTB and FTTH in near future.

Ključne reči: Pasivna optička mreža, HFC mreža, koaksijalna mreža, prenos podataka

1. UVOD

Pod pojmom kablovska televizija podrazumeva se širokopolasni prenosni sistem koji putem kabla prenosi veći broj TV i radijskih programa do korisnika. Kablovsku TV mrežu počeli su da razvijaju provajderi video servisa (*video service provider*) ali je ubrzo ostvaren pomeraj prema poslovnim rešenjima i pristupu Internetu. Početak kablovske televizije vezuje se za 1948. god. 1976. god. pojavljuju se optički kablovi u kablovskim distributivnim sistemima, KDS. Vrlo brzi razvoj telekomunikacionih tehnologija koji se je dogodio krajem XX, a posebno ulaskom u XXI vek, rezultiralo je željom i potrebom za pružanjem novih usluga korisnicima koje uveliko menjaju stil života običnih ljudi, a tako i unapređenje načina poslovanja od malih firmi pa do velikih korporacija. Brzine prenosa se u današnje vreme kreću od nekoliko Mbit/s pa do nekoliko stotina Gbit/s [1].

2. POTENCIJAL HFC MREŽE

Hibridne optičko-koaksijalne mreže (HFC – *Hybrid Fibre-Coaxial*) izgrađene su od optičkih i koaksijalnih kablova. Tipičan kablovski sistem sastoji se od tri osnovna elementa:

1. Antenski sistem – lokacija na kojoj se vrši prijem TV signala koji se prenose kroz mrežu.
2. Glavna stanica (*Headend*) – lokacija na kojoj se smešta tehnička oprema za različite usluge koje će biti pružene u okviru KDS-a.
3. Distributivna mreža (primarna i sekundarna).

NAPOMENA:

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

Na slici 1. prikazan je dijagram hibridne optičko-koaksijalne mreže. U glavnoj stanici se primaju signali iz različitih izvora, koji se zatim obrađuju i šalju dalje kroz kablovsku mrežu. Takav signal se dalje kombinuje sa signalom nekih specijalnih servisa i priprema za slanje kroz distributivnu mrežu. Ta priprema vrši pretvaranje električnog signala u svetlosni signal pomoću optoelektronskog konvertora. Regionalne i lokalne stanice (*Hub*) dobijaju signal iz glavne stanice (*Headend*) i otpremaju ga dalje do optičkih čvorova, a zatim do korisnika [2].



Slika 1. Dijagram hibridne optičko-koaksijalne mreže

Da bi kablovske mreže mogle da se koriste u modernom svetu telekomunikacija, one moraju da budu dvosmerne. U koaksijalnom kablovskom se vrši deoba frekvencijskog opsega:

1. 5-65 MHz (85MHz) – *upstream*
2. 85-862 MHz (1 GHz) – *downstream*
3. 88-108 MHz – FM signali

3. PRIMARNA MREŽA

Optička mreža se postavlja od glavne stanice kablovskog operatora do regionalnih stanica i konačno do kablovskog koaksijalnog čvorišta. Razlozi za upotrebu optičkog prenosa su veliki kapacitet optičkih vlakana, smanjena cena sistema i održavanja, male dimenzije, otpornost na EMI/RFI, prenos na velike udaljenosti i drugo.

Optička mreža sadrži aktivne i pasivne elemente. Aktivne komponente mogu da se nalaze u glavnom komutacionom centru tj. centrali, u okviru terminirajućih tačaka na korisničkoj strani, kao i u ripiterima, svičevima i drugoj opremi na transimisionom putu od glavne centrale do korisnika. Pasivne optičke mreže (PON – *Passive Optical*

Network) nemaju aktivnih komponenata između glavnog komutacionog centra i korisničkih prostorija.

U telekomunikacionoj industriji možemo razlikovati nekoliko različitih konfiguracija uvođenja optike. Najčešće korišćeni termini su FTTN (*Fiber To The Node*), FTTC (*Fiber To The Curb*), FTTB (*Fiber To The Building*), FTTH (*Fiber To The Home*), FTTD (*Fiber To The Desk*) itd.

Optički čvor kao centralna tačka mrežnog segmenta predstavlja interfejs koji povezuje *upstream* (US) i *downstream* (DS) signale koji prelaze iz mreže optičkih vlakana u koaksijalnu mrežu i obrnuto.

Jedan od čvorova koji se najčešće koristi u savremenim KDS sistemima, pa tako i u kompaniji SBB D.O.O. na čiju se infrastrukturu u ovom radu pretežno oslanjamo, jeste Teleste CXE 880.

PRIMER 1. – Merenje optičkog slabljenja prilikom izrade glavnog projekta.

Svaki optički čvor ima interval nivoa optičkog signala koji se zahteva na njegovom ulazu. Ukupno slabljenje deonice od transmitera u stanici do optičkog čvora računa se po sledećoj formuli:

$$A(dB) = \sum_{n=1}^m \alpha_n L_n + a_{ss} N_s + a_{cs} N_c + a_m$$

Zbog različitih dužina deonica do optičkih čvorova, potrebno je proveriti koliko je slabljenje u dva kritična slučaja: za najdužu i najkraću deonicu do čvora (Tabela 1).

Tabela 1. Slabljenje u slučaju najduže i najkraće deonice

	Najkraća deonica	Najduža deonica
Podužno slabljenje vlakna (dB/km)	0.35	0.35
Dužina vlakna (km)	0.3	1.5
Srednje slabljenje spoja (dB)	0.1	0.1
Ukupan broj spojeva na deonici	2	4
Srednje slabljenje konektora (dB)	0.5	0.5
Ukupan broj konektora na deonici	2	4
Rezerva slabljenja (dB)	1	1
Ukupno slabljenje	2.305	3.925

Predajna snaga (Tabela 2) koja se isporučuje vlaknu računa se na sledeći način:

$$P_i(dBm) = P_t(dBm) - a_s - a_{cs} N_c$$

Tabela 2. Parametri karakteristični za posmatrani primer optičkog slabljenja

Predajna snaga lasera (dBm)	11.4
Slabljenje optičkih razdelnika (dB)	9
Srednje slabljenje konektora (dB)	0.5
Ukupan broj konektora	6
Optička snaga predata vlaknu (dBm)	-0.6

Za model optičkog čvora CXE880 ulazni nivo signala (Tabela 3) treba da je od -7 dBm do 0 dBm. Snaga optičkog signala na ulazu u optički čvor računa se na sledeći način:

$$P_r(dBm) = P_i(dBm) - A(dB)$$

Tabela 3. Ulazni nivoi signala u optički čvor za posmatrani primer

	Najkraća deonica	Najduža deonica
Snaga optičkog signala na ulazu u optički čvor (dBm)	-2.905	-4.525

Iz proračuna se vidi da dobijeni rezultati zadovoljavaju propisane nivoe signala na ulazu u optički čvor.

4. SEKUNDARNA MREŽA

HFC mreže se realizuju putem koaksijalnih kablova, pojačavača, optičkih kablova i optičkih čvorova. Kako je propusni opseg optičkog kabla daleko veći nego što je to slučaj kod koaksijalnog kabla, optički čvor može da opsluži više koaksijalnih kablova. Koaksijalni kabl se uglavnom koristi kod distributivne, tj. sekundarne mreže. Kod projektovanja kablovske mreže pojačala se postavljaju na maksimalnu moguću međusobnu udaljenost, koja zavisi od gušenja upotrebljenog koaksijalnog kabla i pojačanja pojačala. Pojačavač služi za pojačavanje slabih signala i za pokrivanje gubitaka zbog slabljenja signala kroz prenosne vodove. Izlazni signal pojačavača mora da bude kopija ulaznog signala po obliku, ali veće amplitude.

PRIMER 2. – Proračun za temperaturnu stabilnost mreže

- Zavisnost izlaznog nivoa pojačavača/čvora – promene su $\pm 0,9$ dB po komadu (opseg -10°C – $+50^{\circ}\text{C}$, umereno na srednjoj temperaturi 20°C).
- Zavisnost kabla RG11 – promene su $\pm 1,2$ dB po rasponu između pojačavača (150 m).

Situacija 1. – Kaskada od tri pojačivača (npr. CXE180, Slika 2)



Slika 2. Kaskada 1

Ukupni gubici na “kaskadi 1” su:

$$4 \times (\pm)0,9\text{dB} + 4 \times (\pm)1,2\text{dB} = \pm 8,4\text{dB}$$

Koriste se pojačavači CXE180 koji „trpe“ nivo 110 dBuV na izlazu. Ako se na 20°C umeri nivo 102 dBuV oscilacije nivoa su u opsegu od 110 do 96 dBuV. Posmatrano za najviše frekvencije u spektru ima značajnih oscilacija nivoa signala, ali neće doći do izobličenja signala u DS odnosno šuma u US. Sa druge strane nivo od 102 dBuV nije dovoljan da za 50% korisnika obezbedi nivo na TAP-u ka korisniku od 80-85 dBuV, za to treba izlazni nivo iz pojačala od 106 dBuV.

Situacija 2. – Kaskada sa pojačivačem AC3000 (širokopojasni pojačavač sa automatskom regulacijom nivoa signala, Slika 3, Slika 4 i Slika 5)



Slika 3. Kaskada 2

Ukupni gubici do korisnika, pre AC3000 su:

$$3 \times (\pm)0,9\text{dB} + 3 \times (\pm)1,2\text{dB} = \pm 6,3\text{dB}$$



Slika 4. Kaskada 3

Ukupno do korisnika, pre AC3000:

$$2 \times (\pm)0,9 \text{ dB} + 2 \times (\pm)1,2 \text{ dB} = \pm 4,2 \text{ dB}$$

Ukupno do korisnika, posle AC3000:

$$1 \times (\pm)0,9 \text{ dB} + 2 \times (\pm)1,2 \text{ dB} = \pm 3,3 \text{ dB}$$

Maksimalno odstupanje je $\pm 4,2$ dB!



Slika 5. Kaskada 4

Ukupno do korisnika, pre AC3000:

$$2 \times (\pm)0,9 \text{ dB} + 2 \times (\pm)1,2 \text{ dB} = \pm 4,2 \text{ dB}$$

Ukupno do korisnika, posle AC3000:

$$2 \times (\pm)0,9 \text{ dB} + 3 \times (\pm)1,2 \text{ dB} = \pm 4,4 \text{ dB}$$

Maksimalno odstupanje je $\pm 4,4$ dB!

Ako se za "kaskadu 1" na 20°C umeri nivo signala na 104 dBuV, posmatrano za najviše frekvencije u spektru, nivo signala će oscilirati od 110 do 98 dBuV. To neće dovesti do izobličenja signala na DS, odnosno šuma na US, ali opet ne postoji dovoljan nivo signala da za 50% korisnika obezbedi nivo na TAP-u ka korisniku od 80-85 dBuV.

Izlazni nivo iz pojačala od 106 dBuV, koliko nam je potrebno da bismo obezbedili propisan nivo signala koji kreće ka svim korisnicima, dobijamo kombinacijama na "kaskadama 3 i 4".

Ako se na 20°C umeri nivo signala od 106 dBuV oscilacije nivoa su u opsegu od 110-96 dBuV (posmatrano za najviše frekvencije u spektru).

5. STANDARDIZACIONA PLATFORMA ZA PRENOS PODATAKA PREKO KDS MREŽA

Da bi svi uređaji u sistemu prenosa podataka kroz kablovsku mrežu mogli uspešno da komuniciraju međusobno, čak i ako su od različitih proizvođača, bilo je neophodno standardizovati kablovski sistem za prenos podataka.

Osnovni standardi pomoću kojih je ostvarena interoperabilnost opreme različitih proizvođača i istovremeno stvoreni uslovi za brojne multimedijalne servise su DOCSIS i PacketCable.

DOCSIS je standard za prenos IP podataka u kablovskim sistemima, razvijen od strane CableLabs-a. 2006. je bila zadnja revizija DOCSIS specifikacije.

Prema standardu DOCSIS 3.0, modem je osposobljen da istovremeno prima informacije iz više kanala (najmanje četiri), a samim tim povećava se protok u direktnom i

povratnom smeru, u zavisnosti od broja kanala koje modem istovremeno procesira.

Transformacija električnog signala, tj. prilagođavanje informacije za prenos putem nekog medija naziva se modulacija. Obrnuti proces naziva se demodulacija. U modernim kablovskim sistemima danas se najviše koristi QAM modulacija.

Postoje QAM16, QAM64 i QAM256 modulacije koje se jedino razlikuju po broju bita po simbolu. U DS smeru najčešće se koristi QAM256, dok se za US koriste QAM16 i QAM64 kod dobro realizovanih KDS mreža. QPSK je četvorofazna PSK modulacija koja danas ima više istorijski značaj. Međutim radi svoje robusnosti i otpora prema interferencijama koje se javljaju u kablovskim sistemima, danas se još uvek primenjuje samostalno ili u kombinaciji sa nekom od QAM modulacija u neobnovljenim HFC mrežama.

Na standardu DOCSIS 1.1, kao osnovi, CableLabs je specificirao PacketCable, koji definiše različite delove IP mreže, kao i način na koji će ti delovi međusobno komunicirati. Najnovija specifikacija PacketCable 2 zasniva se na IMS-u (*IP Multimedia Subsystem*), koji predstavlja arhitekturu baziranu na SIP (*Session Initiation Protocol*) protokolu za obezbeđivanje multimedijalnih servisa [3].

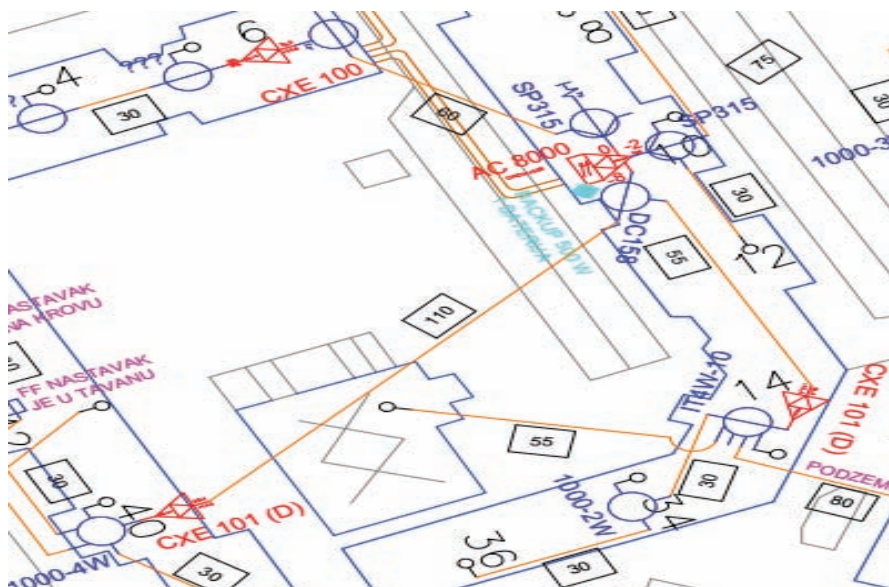
6. PLANIRANJE I REALIZACIJA KABLOVSKIH MREŽA

Najvažniji koraci pri planiranju i realizaciji kablovskih mreža jesu:

1. Resursi planiranja mreže – Najvažniji tipovi podataka potrebnih za pravilno planiranje mreže su geografski podaci, specifikacija opreme i troškovi.
2. Strateško planiranje mreže – U ovoj fazi planiranja donose se glavne poslovne odluke. Ukoliko se donese odluka da je investicija opravdana, postavljaju se pitanja gde će mreža biti instalirana, kojim redosledom će se zone mreže razvijati, koje metode, tehnologije i komponente treba koristiti pri izgradnji mreže itd.
3. *High-level* planiranje mreže – Predstavlja fazu u kojoj se donose strukturalne odluke za određeno geografsko područje. Ova faza planiranja podrazumeva postavljanje distributivnih tačaka, u zavisnosti od geografsko-demografskih faktora. Takođe, tada se pravi preliminarni predmer opreme potrebne za instalaciju mreže, koji obuhvata dužine kablova i kablovske kanalizacije kao i količine različitih tipova aktivne i pasivne opreme.
4. Detaljno planiranje mreže – Predstavlja izradu detaljnog tehničkog opisa, koji će biti prosleđen izvođaču radova.
5. Dokumentacija – Projekat izvedenog stanja treba da sadrži naziv i adresu firme koja je izvodila radove, trase polaganja kablova, skenirane građevinske dozvole, tehničku dokumentaciju korišćene opreme, odakle se jasno može videti proizvođač i tip opreme,

skenirana odobrenja za bavljenje instaliranjem kablova od svih nadležnih ustanova itd.

6. Upravljanje projektom – Nakon što su sve faze planiranja gotove, pravi se osnovni mrežni dijagram upravljanja tajmingom, akcijama i resursima za konektovanje korisnika na mrežu (potreban br. ljudi, polaganje kablova, splajsovanje vlakana, puštnje u rad i drugo).



Slika 6. Deo mape HFC mreže

8. ZAKLJUČAK

Danas je stanje na tržištu telekomunikacionih usluga takvo da provajderi ne čekaju da se na tržištu stvori potreba za većim kapacitetom prenosnih linkova. Naprotiv, oni sami pronalaze načine da krajnjim korisnicima ponude nove usluge, brži Internet itd.

Kada se žele implementirati neka poboljšanja u kablovski sistem, nije dovoljno samo kupiti moderan uređaj i očekivati da je učinjena prava stvar.

Pre same instalacije uređaja koji podržavaju nove tehnologije, potrebno je pripremiti mrežu tako da se može nositi sa novim izazovima. Kod kablovskih sistema uglavnom se moraju smanjiti svi oblici smetnji koje se mogu pojaviti u mreži.

Budućnost kablovskih distribucionih sistema svakako jeste prelazak sa HFC sistema na FTTB, tj. FTTH koncepte, što se i kod nas dešava.

Svakodnevno se reklamiraju nove komunikacione i multi-medijalne usluge, a optičke mreže su se opravdano nametnule kao najkvalitetnije telekomunikaciono rešenje.

LITERATURA

- [1] <http://documents.tips/documents/i-kablovska-televizija.html>

7. PRIMER DELA MAPE HFC MREŽE

PRIMER 3. Na ovom primeru dela mape kablovske mreže nalazi se optički čvor AC8000 koji direktno snabdeva signalom ulaze 8, 10 i 12 (Slika 6). Nakon čvora sledi linija prema ulazu broj 6 u kom se nalazi pojačavač CXE100, a sa druge strane linija koja se nakon odcepnika usmerava na ulaz 14 i ulaz 40 iz druge ulice u kojima se nalaze pojačavači CXE101.

- [2] http://www.icp.rs/sr/podrska/pojam_kds-catv/

- [3] Telekomunikacije br. 4, stručni časopis u izdanju Republičke agencije za elektronske komunikacije – Ratel. Tema broja: Razvoj informaciono-komunikacionih tehnologija u Republici Srbiji.

Kratka biografija:



Dejan Todoric rođen je u Rijeci 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka odbranio je 2016. godine iz oblasti Saobraćaj – Poštanski saobraćaj i telekomunikacije.



Dejan Nemic rođen je 1972. god. Diplomirao, specijalizirao i magistrirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Telekomunikacije i obrada signala. Zaposlen je na Fakultetu tehničkih nauka kao stručni saradnik.

PRIMENA SAVREMENIH TEHNOLOGIJA U KOMISIONIRANJU ROBE**APPLICATION OF ADVANCED TECHNOLOGIES IN ORDER-PICKING OF GOODS**Milojko Lazarević, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – SAOBRAĆAJ**

Kratak sadržaj – U ovom radu je ukazano na prednosti primene informacionih tehnologija u skladišnom sistemu, sa posebnim akcentom na proces komisioniranja robe. Za realizaciju procesa komisioniranja mogu se primeniti različite tehnologije a posebno mesto ima Pick by Voice tehnologija. U ovom radu dat je prikaz implementacije Pick by Voice tehnologije u posmatranoj kompaniji (u nastavku rada označenoj kao kompanija Alfa) za potrebe procesa komisioniranja robe, nakon čega je izvršena sistematizacija njenih prednosti i nedostataka.

Abstract – This paper indicates the advantages of application of information technologies in the storage system, with a specific focus on the process of picking of goods. A specific position among them is represented by the Pick by Voice technology. There is a significant difference between the Bar Code and the Pick by Voice technology. This paper displays the implementation of the Pick by Voice technology in the observed company (hereinafter represented as the Alfa Company) for the purpose of the process of picking of goods, upon which the systematization of its advantages and drawbacks is performed.

Ključne reči: Logistika, lanac snabdevanja, Pick by Voice tehnologija

1. UVOD

U savremenim društvenim i privrednim procesima neizbežni su pojmovi logistika i skladištenje. Bez obzira na veličinu kompanije ulaganje u logistiku pomaže za efikasno smanjenje troškova. Danas na globalnom tržištu gde opstaju samo najjači, biti inovativan i primenjivati najnovije metode i tehnologije znači biti konkurentan. Sve veću primenu u logistici imaju nove tehnologije, prevažno informacione. Čitavo savremeno društvo dobija poseban pečat zahvaljujući eksplozivnom razvoju i velikom značaju informacionih tehnologija, tako da navedeni tehnološki progres dostiže nivo neslučenih razmera. Korišćenje informacionih tehnologija u skladištima minimizira utrošak vremena za izvođenje skladišnih operacija.

Poseban značaj u skladišnim procesima ima bar-kod tehnologija koja se zasniva na primeni bar-kod "registarskih tablica". Uvođenje novih tehnologija nemoguće je bez primene bar-koda kao simbola za označavanje pakovanja i tovarnih jedinica, kojim se precizno i nedvosmisleno unose svi relevantni podaci u računarski sistem. Bar-kod

omogućava automatski prijem podataka u pojedinim tačkama: u otpremnim tačkama, na linijama pakovanja, u procesu komisioniranja robe. Nakon primene bar-kod tehnologija, razvile su se i druge, naprednije tehnologije, sa čijom primenom se polako počinje. Jedna od takvih novih tehnologija koja se koristi za komisioniranje robe je i komisioniranje navodeno glasovnim komandama (eng. *pick by voice / voice recognition*), koje predstavlja i predmet istraživanja ovog rada.

2. OSNOVE LOGISTIKE I LANCA SNABDEVANJA**2.1. Osnovne definicije**

Logistika je proces planiranja, implementacije i kontrole efikasnog i efektivnog toka, skladištenja materijala (sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda), usluga i povezanih informacija od tačke izvora do tačke potrošnje u svrhu zadovoljenja zahteva korisnika [1]. Ključne logističke aktivnosti neophodne za realizaciju tokova materijalnih dobara su transport, pretovar i skladištenje.. Jednostavnije rečeno, logistika je delatnost koja se bavi savladavanjem prostora i vremena uz najmanje troškove. Uključuje sve poslovne funkcije i poznate discipline koje se bave koordinacijom svih kretanja materijala, proizvoda i robe u fizičkom, informacijskom i organizacijskom pogledu. Stoga se smatra ključnim procesom od nabavke preko proizvodnje i prodaje do potrošača, jer potrošač je taj koji zahteva šta će se nabavljati i proizvoditi, odnosno ispunjava se potražnja kao što prikazuje slika 1.

Slika 1. *Kružni proces logistike*

Lanac snabdevanja se definiše kao grupa međusobno povezanih kompanija koje dodaju vrednost mnoštvu transformisanih ulaznih materijala od njihovog originalnog porekla do krajnjeg proizvoda ili usluge koju potražuje određeni krajnji potrošač. U lancu snabdevanja karike predstavlja kompanije koje su povezane u

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Marinko Maslarić.

procesu dodavanja vrednosti. Na samom početku lanca se nalazi dobavljač a na kraju protoka materijala je potrošač. Između se najčešće nalazi proizvođač. Na kraju lanca snabdevanja nalazi se proizvod i/ili usluga koje su stvorene od strane lanca snabdevanja za krajnjeg potrošača. Osnovni razlog postojanja lanca snabdevanja jeste da služi krajnjem potrošaču na tržištu.

2.2. Ključni tokovi lanca snabdevanja

Kako bi svi procesi bili sinhronizovani, unutar svakog lanaca snabdevanja moraju biti identifikovana četiri ključna toka: tok materijala, tok informacija, finansijski i tok vlasništva (slika 2). Svaki lanac snabdevanja ima tok materijala od sirovina na početku lanca snabdevanja do finalnih proizvoda na kraju lanca snabdevanja. Širom lanca snabdevanja nalazi se veliki broj tokova informacija kao na primer tok informacija potražnje, tok informacije predviđanja, tok informacije proizvodnje, tok informacija planiranja i tok informacija oblikovanja. Za razliku od toka materijala, informacioni tokovi se realizuju u oba smera. Tok finansija u suštini predstavlja protok novca unutra lanca snabdevanja. Bez njega lanac snabdevanja ne bi opstao. Materijal koji teče lancem snabdevanja menja vlasništvo od jedne do druge kompanije, od dobavljača do kupca. Procesom kupovine i prodaje smenjuju se vlasnici nad materijalom od dobavljača do kupca, konstantno sve do samog kraja lanca snabdevanja – do krajnjeg potrošača. Ovaj tok prenosa vlasništva se odvija samo u lancu snabdevanja u kojem postoji više od jedne kompanije [2].



Slika 2. Ključni tokovi lanca snabdevanja

3. SKLADIŠTA KAO LOGISTIČKI PODSISTEM

Osnovne funkcije skladišnog podsistema u logističkom sistemu mogu se definisati kao čuvanje zaliha proizvoda sa ciljem da se obezbedi sinhronizacija procesa koji prethode i procesa koji se realizuju nakon skladištenja. Cilj koji je pri tome neophodno ostvariti ima oblik minimizacije troškova, podizanje kvaliteta usluge ili obezbeđenja uslova da se procesi realizuju.

Imajući u vidu činjenicu da se skladišni objekti grade za različite namene: za smeštaj robe različite po vrsti, karakteristikama i pojavnim oblicima, u primeni je veliki broj međusobno različitih tehničkih i konstrukcionih rešenja. Klasifikaciju skladišnih objekata moguće je sprovesti u odnosu na veliki broj različitih obeležja. Na slici 3 prikazane su različite klasifikacije skladišta [5].

3.1. Skladišni procesi

U opštem slučaju može se uočiti nekoliko osnovnih funkcija koje se realizuju u okviru skladišnog sistema, pa

se otuda može govoriti o osnovnim podsistemima, odnosno o klasama skladišnih procesa.

Kao osnovni skladišni procesi mogu se izdvojiti: prijem robe; prerada robe; čuvanje robe; komisioniranje robe; i otprema robe. Prikaz osnovnih skladišnih funkcija i pripadajućih skladišnih zona prikazan je na slici 4.



Slika 3. Vrste skladišta

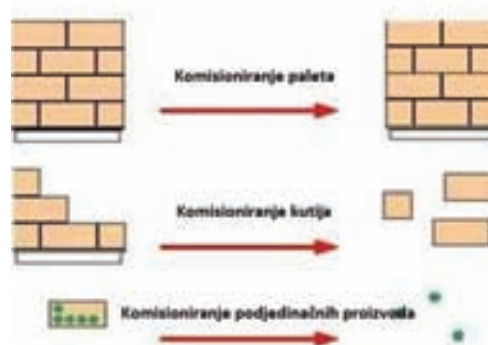


Slika 4. Prikaz osnovnih skladišnih procesa

3.2. Komisioniranje robe

Komisioniranje je proces odvajanja robe iz skladišnih lokacija na osnovu zahteva kupca, odnosno korisnika. Na komisioniranje otpada najveći udeo vremena svih aktivnosti u skladištu, i do 90%, a prouzrokuje oko 55% operativnih troškova u skladištu te ima direktan uticaj na tačnost i brzinu odgovora na zahtev kupca.

Komisioniranje se prema vrsti jediničnog tereta deli na komisioniranje paleta, kutija i pojedinačnih proizvoda, kao što je prikazano na slici 5.



Slika 5. Podela komisioniranja prema vrsti jedinične robe

4. SAVREMENE TEHNOLOGIJE ZA KOMISIONIRANJE ROBE

Kako bi se izbegle česte greške i troškovi koji se pojavljuju pri ručnom sakupljanju informacija prilikom komisioniranja, razvijene su različite tehnologije koje manje ili više mogu da se nazovu savremene. Najrasprostranjenija je bar-kod tehnologija, zatim RFID, a od nedavno u procesu komisioniranja robe počela je da se primenjuje i *voice recognition* tehnologija.

4.1. Bar-kod tehnologija

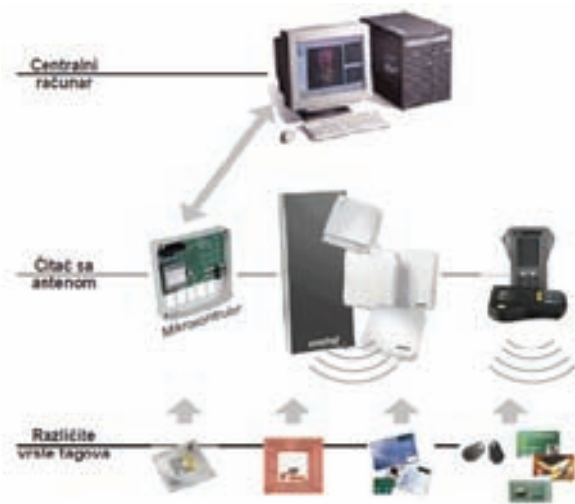
Bar-kod je danas u velikoj meri zastupljen i najčešće se može videti u prodavnicama prehrambene robe, bolnicama, robnim kućama, zatvorima, pa čak i u domaćinstvima. Bar-kod se pojavio 1948. godine ali je prvi put upotrebljen u komercijalne svrhe tek 1966. godine [1]. Još od svog nastanka u dvadesetom veku, bar-kod a posebno UPC kod (eng. *Universal Product Code*), polako su postali značajan deo savremenog društva, izgled UPC koda prikazan je na slici 6. Skoro svi bar-kodovi izgledaju isto, ali ipak postoje razlike. Različite industrije su razvile svoje standarde za sadržaj bar-koda. Bar-kod je grafičko predstavljanje podataka (slovo, broj ili oba) koji se mogu čitati pomoću mašina.



Slika 6. Izgled UPC koda

4.2. RFID tehnologija

Radio frekventna identifikacija (eng. *Radio Frequency Identification – RFID*) je tehnologija koja omogućava bezkontaktno očitavanje i bežični prenos podataka sa tagova. Prva primena RFID-a je bila 1940. godine u američkoj vojsci za obeležavanje savezničkih aviona u II svetskom ratu kako bi se razlikovali od neprijateljskih [3].



Slika 7. Arhitektura RFID sistema

Od 1980. godine primenjuje se u sistemima za poboljšanje kontrole proizvodnje [4]. Značajnu komercijalnu primenu RFID ima poslednjih dvadeset godina u različitim oblastima, od obeležavanja vozila, životinjskih i biljnih jedinki do praćenja robe, dokumenata i ljudi. Na slici 7 prikazana je arhitektura RFID sistema.

4.3. Glasovna tehnologija (*Voice recognition*)

Od trenutka pojavljivanja 1940. godine tehnologija prepoznavanja glasa je imala uticaj na različite industije.

Danas se u automobilskej industiji tehnologija prepoznavanja glasa koristi u navigacionim sistemima i sistemima bezbednosti za navođenje vozača do željene destinacije. Istovremeno glasovna tehnologija je napravila veliki prodor u industrijske funkcije kao što su proizvodnja i distribucija, gde mogućnost glasovnog navođenja radnika bukvalno „oslobađa“ radnika i omogućava mu da bude bezbedniji na svom radnu mestu, da bude tačniji i više fokusiran na zadatak.

U distribuciji glasovna tehnologija pruža mogućnost *multi-tasking* rada što je tipično za komisioniranje.

Voice sistem omogućava skladišnom radniku da direktno komunicira sa WMS-om (*Warehouse management system*) kako bi brzo i lako pripremio robu a bez korišćenja bar-kod skenera ili papira kako bi beležio informacije. Glasovna tehnologija omogućava skladišnom radniku da mu ruke i oči uvek budu slobodne, ne mora da gleda u papir ili bar-kod skener, tako da se može fokusirati na odvajanje robe i bezbedno kretanje do sledeće komisije pozicije. Oprema koju skladišni radnik koristi prilikom rada sa *voice* tehnologijom su lagane slušalice sa mikrofonom (slika 8a) koje nosi na glavi i mali prenosni kompjuter „Talkman“, koji ima svoju bateriju za napajanje energijom koji nosi na kaišu oko struka, prikazan na slici 8b.



Slika 8. (a) Slušalice sa mikrofonom; (b) "Talkman"

Ovakvim načinom komisioniranja robe dobija se ujednačen proces rada, što je definitivno prednost *voice* tehnologije. Skladišni radnici su fokusiraniji na zadatak obzirom da komande od sistema dobijaju glasom, što im dopušta da komisioniraju tačnije i da budu produktivniji. Na slici 9 grafički je prikazan redosled komandi između skladišnog radnika i sistema.



Slika 9. Grafički prikaz redosleda komandi između sistema i skladišnog radnika

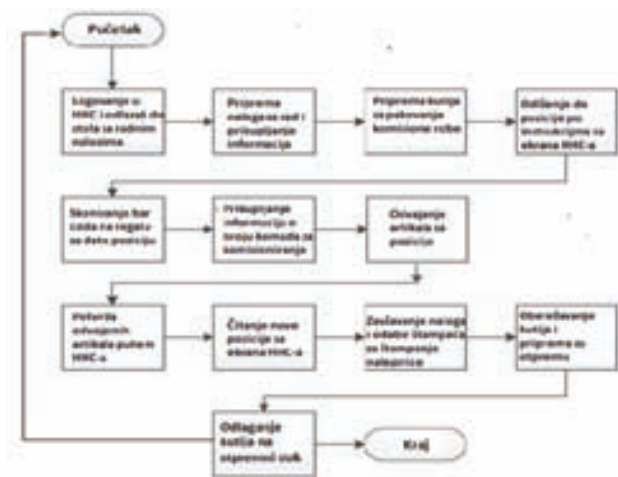
5. VOICE RECOGNITION TEHNOLOGIJA U KOMPANIJI ALFA

U petom poglavlju prikazan je rad „Voice recognition“ tehnologije i njen značaj za proces komisioniranja u kompaniji Alfa.

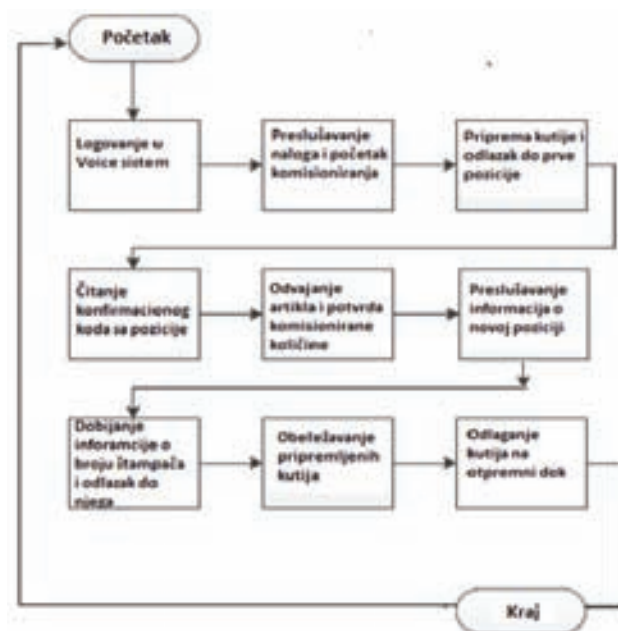
5.1. Realizacija skladišnih operacija u kompaniji Alfa

Nakon dobijanja naloga za iskladištenje robe, redosled skladišnih operacija je sledeći: obrada naloga za komisioniranje, komisioniranje robe, pakovanje robe i otprema komisionirane robe do fronta utovara. Operacija komisioniranja je znatno složenija i zahteva određenu pripremu ali i više vremena za realizaciju.

Iz tog razloga kompanije poput Alfe su posvećene pronalazenju i usvajanju savremenih tehnologija kojima bi unapredile svoj rad. Na slikama 10 i 11 može se videti algoritam toka procesa komisioniranja primenom bar-kod tehnologije i algoritam toka procesa primenom glasovne tehnologije.



Slika 10. Algoritam toka procesa sa bar-kod tehnologijom



Slika 11. Algoritam toka procesa sa glasovnom tehnologijom

5.2 Prednosti voice tehnologije

Skeniranje putem bar-kod tehnologije je integrisano u gotovo sve skladišne procese, ali to nije uvek optimalno rešenje. Troškovi rada u skladištu su veliki izazov za kompaniju, fluktuacija zaposlenih i njihova obuka sadrže dobar deo ukupnih troškova. Istovremeno napretkom u WMS-u i drugih tehnologija za rad u skladištu dolazi do povećanja nivoa usluge i obezbeđivanja većih mogućnosti za napredak.

Voice tehnološko rešenje bazira se na tome da omogući brže, efikasnije komisioniranje robe u odnosu na komisioniranje uz upotrebu HHC-a (*Hand held computer*). Prednosti koje je omogućila primena voice tehnologije ogledaju se u tačnosti, brzini komisioniranja, smanjenju povrata, produktivnosti, obuci korisnika, sigurnosti na radu i povratu investicije.

6. ZAKLJUČAK

U cilju opstanka na tržištu, pružajući zadovoljavajući nivo kvaliteta usluge i pobeđujući konkurenciju, potrebno je pratiti promene u razvoju novih tehnologija. Za uspeh u poslovanju neophodno je da se nađu najbolja rešenja za procese u svim sektorima pa tako i u lancu snabdevanja.

Uvođenjem voice tehnologije dobijene su mnoge koristi: tačnost isporuke je povećana sa 99,49% na 99,67%; produktivnost je povećana za više od 20%; vreme i troškovi obuke korisnika tehnologije su znatno smanjeni. Za kompaniju Alfa možda i najvažnija činjenica je ta da je period povrata investicije nešto veći od godinu dana.

7. LITERATURA

- [1] Đukić, G., *Materijal sa predavanja iz predmeta: Menadžment skladišta i distribucija*, (2011) I 8
- [2] Gajić, V., *Skripte sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka*, Novi Sad, 2008.
- [3] Kauffman J. Robert, Riggins J. Frederick, Curtin John, University of Minnesota, Minneapolis: "Making the most out of RFID technology: A research agenda the study of the adoption, usage and impact of RFID", 2006.
- [4] Kent Gourdin, *"Global Logistics Management"*, Blackwell Publishing, 2006.
- [5] <http://www.fms-tivat.me/>

Kratka biografija:



Milojko Lazarević rođen je u Požegi 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Saobraćaja odbranio je 2016. god.

KOMPLEKS ZA STARA LICA U LOZNICI MULTIFUNCTIONAL COMPLEX FOR ELDERLY PEOPLE IN LOZNICA

Ivana Andrić, Dragana Konstantinović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj - Globalnim istraživanjem kvaliteta života starih, Srbija se nalazi na zabrinjavajućem 66. mestu [1]. Situacija u manjim gradovima Srbije, kao što je Loznica pokazuje da je život starih prepušten slučaju bez sadržaja, prostora i svesti o potrebama starijih sugrađana. Sveobuhvatno istraživanje osnovnih aspekata čovekove svakodnevnice: stanovanje, zdravlje, socijalizacija i briga o zdravom i ispunjenom životu, različitim metodološkim pristupima, doveli su do konceptualne razrade master rada i formiranje kompleksnog arhitektonskog programa. Rezultat je multifunkcionalni kompleks, sačinjen od kuća u nizu (stanovanje), centra za socijalizaciju, centra za rehabilitaciju i zdravstvenog centra, projektovanih prema principa održive arhitekture

Abstract – Serbia takes concernable 66th place in global research in quality of life of Elderly people. The life of older citizens is adrift in smaller towns like Loznica, because there are no contents, space and awareness about their needs. Comprehensive research of basic aspects man's everyday: living, health, socialization and taking care of the body and fulfilling life, takes to conceptual elaborate of master thesis and forming complex program in architecture by different methodological approach. The outcome is multifunctional complex, made of terrace house (living), a center for socialization, rehabilitation center and health center, planned by the principles of sustainable architecture.

Ključne reči: stari, održiva arhitektura, stanovanje, zdravlje, socijalizacija, rehabilitacija, kvalitet života

1. UVOD

Predmet istraživanja rada zahteva multidisciplinarni pristup različitim naukama, kako bi se jasno definisao i opravdao projekat multifunkcionalnog kompleksa za stara lica u Loznici. Istraženo je nekoliko tema u vezi sa tipologijama koje zahteva populacija starih ljudi: na osnovu demografskog, ekonomskog, sociološkog, psihološkog aspekta i aspekta zdravlja, položaj i potrebe starih u Srbiji i Loznici, zatim, pravilnici i zakoni o izgradnji objekata za stara lica i praksa u svetu i Srbiji, a shodno i najsavremenijem pristupu gradnji, i aspekti održive arhitekture.

Metodološki pristup istraživanju podrazumevao je više tehnika za prikupljanje informacija od značaja za projekat:

1) Strukturalno-funkcionalna analiza literature na temu profila korisnika kompleksa na svim nivoima (zaposleni, nezaposleni, štíćenici, negovatelji...), kao i njegovih potreba koje se odnose na korišćenje prostora, arhitektonske tipologije i prava na dostojanstven život u trećoj dobi.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila doc. dr Dragana Konstantinović.

Druga tema analize je održivost kompleksa u ekonomskom i arhitektonskom smislu,

- 2) Anketni upitnik sa grupisanim pitanjima u nekoliko životnih aspekata (lični podaci, zdravstveno stanje, finansije, interesovanja...) sproveden uz podršku intervjua,
- 3) Analiza sadržaja dokumenata, zakona i pravilnika, kako bi kompleks zadovoljavao tehničke standarde i najbolje odgovorio potrebama korisnika,
- 4) Metoda opšteg posmatranja i deskriptivna analiza postojećeg stanja objekata i ponude sadržaja za stare u Loznici i
- 5) Studija slučaja objekata na nekoliko tema sa prostornim obuhvatom u Srbiji i u svetu.

Cilj istraživanja jeste, pre svega, definisanje projektnog zadatka koji će obezbediti kvalitetniji život starima u Loznici, zatim, istraživanje zadatih tipologija sa staništa svih aspekata bitnih za arhitektonsko projektovanje, oslanjajući se, pritom, na postulate održive arhitekture.

2. STRUKTURA RADA I METODE

Istraživanje je sprovedeno kroz 8 poglavlja obuhvatajući sve teme neophodne za projektovanje kompleksa.

2.1. Definisane projektnog zadatka

Kada čovek dostiže zrelu dob, individualna je procena i subjektivni osećaj, praćen najrazličitijim spektrom fizičkih, zdravstvenih, psiholoških promena, ali u ekonomskom pogledu, definisana je jasna granica, odnosno, starost se definiše odlaskom u penziju.

U Srbiji, starosni uslov za penziju se stiće sa 65 godina [1], dok je prosečan životni vek 75,23 godine [2]. Penzioneri čine 17,81% ukupnog stanovništva [3], a prosečna penzija iznosi 23.466 dinara [4]. Usled niskog životnog standarda i nedostatka empatije u društvu, stari su marginalizovani gotovo u svakoj sferi života. "Sa starošću se gubi pozitivni identitet... pa umesto poštovanja, dostojanstva, uvažavanja, imamo prezir, stigmatizaciju starosti" [5].

U Loznici procenat starog stanovništva u odnosu na državni prosek je značajno veći, 23,02% [3], dok je prosečna penzija značajno manja, 18.680 dinara. Ponuda sadržaja namenjenih za stara lica je privatni dom za stare "Carski konak" u Tršiću, Dom penzionera koji je u vidno lošem stanju, sa slabom ponudom dešavanja i povlastica i kućna nega organizovana u sklopu Doma zdravlja "Milenko Marin" u Loznici, koji nije u mogućnosti da zadovolji potrebe grada.

U periodu od 1.1.2016. godine do 1.6.2016. godine sprovedena je anketa, na uzorku od 180 ljudi starijih od 60 godina u Loznici, radi ispitivanja subjektivnog osećaja o

kvalitetu života koji vode stari u ovom gradu. Većinu ispitanika su činile žene (67,65%), ljudi koji žive u gradu (61,76%), jedini su članovi kućne zajednice (50%), a u pogledu obrazovanja imaju srednju stručnu spremu (73,53%). U pogledu zdravstvenog stanja izrazili su razne tegobe i dijagnoze karakteristične za stara lica, a i u pogledu interesovanja su odgovori bili šarenoliki. Najzainteresovaniji su za umerenu fizičku aktivnost, rad na računaru i uzgoj cveća. Svoj boravišni prostor 14,71% je ocenilo nezadovoljavajućim, a njih 26,47% bi živelo u naselju za stara lica.

Na osnovu iscrpnog istraživanja izveden je zaključak da je u pogledu poboljšanja kvaliteta života starih u gradu neophodno delovati na nekoliko sfera njihovog života, te im obezbediti sledeće sadržaje: Centar za socijalizaciju u kojem će najrazličitijim aktivnostima upotpuniti svakodnevnicu, Zdravstveni centar namenjen starima kako bi se ubrzala procedura primanja zdravstvene pomoći, Centar za rehabilitaciju koji bi im omogućio unapređenje fizičke spremnosti i Stanovanje kao vid zbrinjavanja zavisnih o tuđoj nezi, ali i usamljenih nezavisnih štićenika.

2.2. Definisane programe za stanovanje

Različito psiho-fizičko stanje starih definiše i njihovu manju ili veću zavisnost od drugih lica, pa tako razlikujemo: nezavisne, zavisne i poluzavisne seniore.

Kao vaninstitucionalni vidovi brige o starima postoje: usluga pomoći u kući, pomoć i nega u kući, dnevni boravak za starije, klubovi za starije, smeštaj u prihvatilište ili prihvatnu stanicu, svratište za odrasle i starije, personalna asistencija i usluge teleapela [6]. Institucionalna briga se sprovodi u gerontološkim centrima i domovima za stara lica.

U Pravilniku o bližim uslovima za početak rada i obavljanje delatnosti ustanova socijalne zaštite za smeštaj penzionera i drugih starih lica, objavljenom u Službenom glasniku definisani su svi parametri neophodni za projektovanje Doma za stara lica (opšti građevinsko-tehnički uslovi, veličine prostora i njihova opremljenost instalacijama i nameštajem).

U poređnom analizom smeštaja za stare u Srbiji, obuhvaćeni su 4 gerontološka centra i 2 privatna doma, izveden je sledeći zaključak: nezavisno od mesta i načina finansiranja u Srbiji, domovi, samostalni ili u okviru gerontološkog centra, u ponudi imaju gotovo isti vid smeštaja. To su ili garsonjere (apartmani) ili sobe. Komoditet i komforitet zavise od kapaciteta ustanove i platežne moći korisnika. Svaki vid smeštaja zadovoljava normative, a luksuz se ogleda samo u starosti i dizajnu nameštaja.

U ekonomski razvijenijim zemljama od Srbije, stepen brige o starima je na znatno višem nivou i najviše pažnje se posvećuje osamostaljenju starih. Analizom je obuhvaćeno 3 objekta Brookdayle kompanije u Sjedinjenim Američkim državama i izveden je sledeći zaključak: iako ustanove funkcionišu na sasvim drugačijem nivou, sa mnogo većom ponudom, organizacijom i komforom, samo uređenje stambene jedinice i onog što ona nudi korisniku se ne razlikuje znatno. Život više nalikuje životu u stambenoj zgradi, nego u socijalno-zdravstvenoj ustanovi, te se može steći utisak da domovi i centri za zbrinjavanje uglavnom podsećaju na odmarališta.

U okviru ovog poglavlja istraženi su i principi dizajna za dementne i slabovide [7] u pogledu dizajna enterijera. Najvažniji izvodi odnose se na korišćenje boja i kontrasta, svetla, nameštaja i pribora, projektovanje wc-a i spoljašnjeg prostora.

2.3. Definisane programe zdravstvenog centra

Zdravstveno stanje je najdelikatniji aspekt starosti, te po pravilu gotovo uvek narušeno zdravlje, često sa sobom nosi više od jedne dijagnoze. Najčešći sindromi koji utiču na kvalitet života lica treće životne dobi su: demencija, inkontinencija urina, gubitak težine, osećanje slabosti, depresija, anksioznost, srčane bolesti, ili akutne infekcije. [8]

U Loznici postoje: ustanova primarne zdravstvene zaštite, Dom zdravlja "Milenko Marin" i sekundarne zdravstvene zaštite, Opšta bolnica. Kapaciteti oba objekta ne zadovoljavaju potrebe grada i okoline i iz evaluacija rada ustanova [9], vidi se da je vreme čekanja na preglede i intervencije znatno veće nego što je poželjno.

Prema Pravilniku o bližim uslovima za obavljanje zdravstvene delatnosti u zdravstvenim ustanovama i drugim oblicima zdravstvene službe, objavljenom u Službenom glasniku, definisana je struktura rada ustanova različitih nivoa zdravstvene zaštite, građevinsko-tenički uslovi i oprema.

Analizom zdravstvene nege u ustanovama za smeštaj starih u Srbiji izveden je sledeći zaključak: Najčešći vid zdravstvenih usluga u domu predstavlja usluge lekara i medicinskih sestara koji su dostupni 24 časa i vode brigu o pacijentu. U analiziranim gerontološkim centrima zaposleni su lekari specijalisti, a u privatnim domovima često postoje u okviru ponude, u zavisnosti od zdravstvenog stanja pacijenta, različiti "paketi usluga" koji mogu uključivati i rehabilitaciju pacijenta.

2.4. Definisane programe rehabilitacionog centra

Terapeutske i rehabilitacijske delatnosti podrazumevaju: fizikalnu terapiju, terapeutske vežbe, podučavanje za nezavisan život, upotrebu ortoza i proteza i psihosocijalnu delatnost, [10] sa jasno definisanim vrstama terapija za svaku delatnost.

U Pravilniku o tehničkim standardima planiranja, projektovanja i izgradnje objekata, kojima se osigurava nesmetano kretanje i pristup osobama sa invaliditetom, deci i starim osobama, objavljenom u Službenom glasniku Republike Srbije, uspostavljeni su normativi u pogledu obaveznih elemenata pristupačnosti za savladavanje visinskih razlika i boravak i kretanje u prostoru.

U bližem okruženju Loznice smeštena je Specijalna bolnica za rehabilitaciju Banja Koviljača koja poseduje najsavremeniju opremu u lečenju, ima veliki smeštajni kapacitet, koristi prirodni peloid iz okruženja u lekovite svrhe, a pored njega i širok spektar najrazličitijih terapija. U okviru bolnice nalazi se i spa centar.

Analizom savremenih centara za rehabilitaciju u svetu uočava se pridavanje pažnje kretanju ljudi kroz objekat. Detalji poput omogućavanja ulaska invalidskih kolica u bazen ili spuštanje niz vodeni tobogan, atrijumsko sagledavanje neba, ili blagotvorno delovanje okruženja radi umirivanja pacijenata u toku terapije, ukazuju na apsolutno podređivanje svakog elementa prostora korisniku.

2.5. Definisanje programa centra za socijalizaciju

U poređnom analizom ustanova za stare u svetu i Srbiji, prikazani su sadržaji koji su na raspolaganju starima. U Srbiji se potencira na delovanju korisnika u okviru centra putem različitih aktivnosti u okviru radne i okupacione terapije i kulturno-zabavnih aktivnosti. Imaju i mogućnost proslave rođendana i obeležavanja verskih praznika, a na raspolaganju su im pošta i saloni za ulepšavanje.

Pored navedenih sadržaja za stare u Americi, Velikoj Britaniji i na Novom Zelandu, u prvi plan dolazi mogućnost transporta na bilo koju lokaciju, učestvovanje u kulturnom i društvenom životu grada i samostalnost i sloboda kretanja korisnika.

Daljom analizom koncepta rešavanja objekata u svetu nailazi se na različite primere: uključivanje korisnika u prosperitet ustanove kroz uzgoj hrane, korišćenje elemenata lokacije za organizaciju prostora, naglašavanje tačaka susreta ili integracija različitih funkcija kroz potrebe i mladih korisnika...

Kako je ovaj centar zamišljen da pokrene život starih jednog grada, nezamislivo je marginalizovati ljude koji nemaju dovoljno sredstava da izdvoje za usluge centra. Ekonomska održivost kompleksa u direktnoj je vezi sa temom održivog projektovanja objekta. Osim što racionalan i energetska efikasan projekat smanjuje troškove eksploatacije objekta, bitno će smanjiti i troškove stanovnika doma.

2.6. Energetska održivost kompleksa

Najveći deo energije u stambenim zgradama utroši se na grejanje objekta (u zemljama srednje i istočne Evrope čak 70%), dok na osvetljenje odlazi 19% ukupnog utroška energije [11]. Iskorišćenost Sunčeve energije omogućava smanjenje utroška energije, ili čak i veću proizvodnju od potrebne. Ovo se postiže: prikupljanjem solarne energije kolektorima, izgradnjom energetska efikasna kuća, iskorišćenjem urbanističkih uslova, dobrim odabirom materijala, kao i tehnika gradnje.

Pored arhitektonskog pristupa u gradnji, najbitniji faktor jesu urbanistički parametri za postizanje energetske efikasnosti zgrada [12]. Prirodni parametri lokacije su: sunce, vetar, zelenilo, voda i konfiguracija terena. Sunce omogućava osvetljenost i zasenčenost objekta, vetar kao prirodni činilac može stvoriti neke neprijatne efekte, pa je bitna zaštita od direktnog udara vetra, zelenilo se u arhitekturi koristi kao toplotni izolator, za ozelenjavanje ravnih krovova i fasada, voda u gradskoj sredini u vidu fontana, kupališta, vodoskoka, bazena pomaže u poboljšanju mikroklima, dok konfiguracija terena, u pogledu uzvišenja i udubljenja, kao i orijentaciji padine ka suncu znači sledeće: temperatura je niža na uzvišenjima i udubljenjima i na zasenčenoj strani terena.

Stvoreni uslovi lokacije su: oblik, orijentacija, međusobna udaljenost zgrada i mikroklima. Poželjno je da faktor oblika bude što niži (jednostavna geometrija). Orijehtacija objekta (ka jugu) u odnosu na sunce omogućava racionalnije iskorišćenje energije sunčeve svetlosti. Međusobna udaljenost zgrada se proračunava, takođe, u odnosu na sunčevu svetlost. Na mikroklimu određene sredine povoljno može da utiče više faktora: odnos izgrađene i neizgrađene površine, prisustvo zelenila, zatim, prisustvo vode.

Osim uštede energije u sistemima klimatizacije i grejanja, bitan faktor je odabir sistema gradnje, kao i materijala. Materijali i konstrukcije koji zahtevaju malu potrošnju energije i ne zagađuju prirodu nazivaju se *eco-friendly* ili ekološki. Postoji malo materijala i tehnika gradnje koji ispunjavaju ove uslove, jer moraju da zadovolje sledeće parametre [13]: da su iz obnovljivih izvora, moguća je ponovna upotreba otpada, dostupnost na lokaciji na kojoj se gradi, maksimalno je redukovano zagađenje vazduha, vode i zemljišta pri izradi i ugradnji, velika trajnost i dug vek upotrebe, biorazgradivost, mogućnost reciklaže, energetska efikasnost.

Sprovedena je i analiza slučaja kuća koje proizvode više energije nego što je potrebno za eksploataciju.

3. ZAKLJUČAK

Odabir lokacije sproveden je po 2 kriterijuma: urbanističkih propisa u pogledu namene, veličine i mogućnosti gradnje na lokaciji i prirodnih faktora kojima je izložena. Odabrana je parcela broj u Ulici Bakal Milosava na uzvišenju brda Šanac u Loznici, na 10min hoda od centra grada. Projektovani objekti se uklapaju u kontekst spratnošću Su+P+1.

Definisani parametri objekata stanovanja. U korist nezavisnih i poluzavisnih stanara, jednokrevetni i dvokrevetni apartmani u vidu prizemnih stanova u nizu su idelano rešenje za održavanje individualnog života sa osećajem kolektivnog. Same jedinice moraju nužno imati kuhinju i kupatilo, opremljene tako da apsolutno zadovolje sve fizičke potrebe štićenika i sa slabijim fizičkim mogućnostima. Poželjan je što veći priliv dnevnog svetla i kontrolisana klimatizacija i grejanje, ali i voditi se principima dizajna za dementne i slabovide. Kako je zakonom obavezno obezbediti i 20m² slobodne površine, bili bi korisni kao vid privatnog dvorišta ispred apartmana. Smeštaj za obolele od demencije ili Alchajmera, potrebno je implemenirati u okviru zdravstvenog centra i obezbediti im dovoljno privatnosti, ali i 24h nadzor i uslugu, kao i socijalizaciju.

Stanovanje zahteva najviše privatnosti kod korisnika i treba ga fizički odvojiti od ostatka kompleksa, izdvojiti tampon zonom koja obiluje zelenilom, kako bi se obezbedio termički, akustički i vazdušni komfor. Neophodno je da budu pasivne, sa solarnim ćelijama, polukopane, što više pokrivene zelenilom, orijentisane ka jugu velikom staklenom fasadom sa dobrim izolacionim prozorima i mogućnošću prirodnog provetravanja. Obzirom da se radi o prizemnim objektima, primenjeni materijali mogu biti drveni konstruktivni sistemi u kombinaciji sa prirodnim ispunama, zemljom, sušenom opekom...

Definisani parametri zdravstvenog centra. Na osnovu najčešćih oboljenja kod starih lica i sveobuhvatnom stanju u zdravstvenim ustanovama u Loznici, potrebno je ponuditi zdravstvenu negu starim licima, kako bi se smanjilo vreme čekanja na dijagnostiku i terapiju. Uzimajući u obzir da u gradu postoje objekti primarne i sekundarne zdravstvene zaštite u zdravstvenom centru dovoljno je obezbediti ambulantno lečenje sa dnevnom bolnicom. U objektu će funkcionisati sledeća odeljenja: opšta medicina, zdravstvena zaštita žena, kućno lečenje i nega i polivalentna patronaža, radiološka, ultrazvučna i ostala dijagnostika, laboratorijska dijagnostika, apoteka, interna medicina,

pneumofiziološka zaštita, oftalmologija otorinolaringologija, zaštita mentalnog zdravlja, stomatološka zdravstvena zaštita, kancelarije za menadžment.

Definirani parametri centra za rehabilitaciju. Centar za rehabilitaciju treba da poseduje veliki bazen, sa pomoćnim prostorijama, toaletima, tuševima, svlačionicama, uz obavezno postojanje bara. Osim bazena oformiti wellness program sa masažama, saunom i kozmetičkim uslugama. Pored prostora za različite vrste terapija i sportskih sala, uvrstiti i dijagnostički deo za ortopeda, fizijatra i psihologa. Poželjan je i smeštaj malog kapaciteta, za privremene goste. Oslanjajući se na principe inkluzivnog dizajna projektovati rampu kao element komunikacije u čitavom objektu i iskoristiti nesvakidašnjost upotrebe ovog arhitektonskog elementa kao akcenat identita čitavog kompleksa.

Definirani parametri centra za socijalizaciju. Osim predložene opcije stanovanja u kompleksu, neophodni su i dnevni centar za stare, kao i služba pomoći u kući. Dnevni centar za stara lica mora imati kapacitet od min 10 kreveta, podrazumeva uslugu u toku dana od maksimalno 12h i pravo korišćenja svih sadržaja kompleksa. Sve aktivnosti starih treba podeliti u 3 grupe: radno-okupacione terapije (muzička sekcija, dramska sekcija, umetničko kreativna radionica, kulinarska sekcija...), kulturno-zabavni sadržaji (koncerti, priredbe, filmske projekcije, predstave...) i sportsko-rekreativni sadržaji (u sklopu objekta za rehabilitaciju). Kompleks kapaciteta ovog projekta zahteva postojanje restorana otvorenog tipa koji će moći da ugosti minimalno 100 ljudi i u svom sklopu poseduje kuhinju koja će snabdevati hranom ceo kompleks.

Javne slobodne površine urediti da obezbeđuju prijatne uslove za boravak u svako doba godine. Iskoristiti fasade objekta i krov za ozelenjavanje. Svi alternativni izvori energije su poželjni, solarne ćelije, geotermalne pumpe, ako za njih ima uslova. Projektovati prostore spram potrebe za prirodnim osvetljenjem i što više prirodnog provetranja, dok sistem za ventilaciju i klimatizaciju treba da bude unapređen, automatizovan, da podešava temperaturu i vlažnost vazduha spram potreba, tj. da ne troši bespotrebno energiju. Stara lica imaju problema sa vidom i potrebna im je dnevna svetlost da bi se lakše kretali objektom. Konstruktivni sistem je lamelirano drvo, a za ispunu sušenu opeku po sistemu „rat trap“ gradnje. Za staklene površine potrebno je koristiti troslojno staklo sa visokim performansama u pogledu izolacije.

4. LITERATURA

- [1] Dr D. Andjelković, dr S. Kocić i, prim. dr D. Mitrović. "Stanovanje starih osoba". *Zbornik stručnih saopštenja i postera*, 345. str, Vrnjačka banja, 2003.
- [2] Institut za javno zdravlje Srbije "Dr Milan Jovanović Batut", "Odabrani zdravstveni pokazatelji za 2010. godinu", 5. str, Beograd, 2011.

- [3] Republički zavod za statistiku "Statistički godišnjak za 2014. godinu", 37. str, Beograd, 2014.
- [4] Republički fond za penzijsko i invalidsko osiguranje, "Statistički mesečni bilten XII/2015", 6. str, Beograd, 2016.
- [5] Prof. Dr Mi. Devedžić i Msr J. Stojilković Gnjatović, "Demografski profil starog stanovništva Srbije". Beograd: Republički zavod za statistiku, 16.str. 2015.
- [6] Dr L. Kozarčanin et al. "Položaj starijih korisnika u sistemu zaštite u Srbiji i razvoj lokalnih usluga dugoročnog zbrinjavanja". Republički zavod za socijalnu zaštitu, Beograd, 2013
- [7] C. Greasley-Adams, A. Bowes, et al. "Good practice in the design of homes and living spaces for people with dementia and sight loss", University of Stirling
- [8] Dr D. Andelković, dr S. Kocić i prim. dr D. Mitrović, "Najčešći sindromi koji utiču na kvalitet života lica trećeg životnog doba". Zbornik stručnih saopštenja i postera, Vrnjačka Banja 211, 2010.
- [9] Opšta bolnica Dr. Laza K. Lazarević, Šabac, "Praćenje pokazatelja kvaliteta rada u zdravstvenim ustanovama Mačvanskog okruga, drugo polugodište 2011.godine", 2012.
- [10] M. Jevtić, "Fizikalna medicina i rehabilitacija", Medicinski fakultet Kragujevac, 207-260.str. 1999.
- [11] S. Krnjetin, "Graditeljstvo i zaštita životne sredine". Novi Sad: Prometej, 362. str, 2003.
- [12] Lj. Vukajlov, "Urbanistički parametri za postizanje energetske efikasnosti zgrada". Obuka za polaganje stručnog ispita za oblast energetske efikasnosti zgrada, TP3, Inženjerska komora Srbije, PP prezentacija
- [13] *The Constructor*, Web

Kratka biografija:



Ivana Andrić rođena je u Loznici 1990. god. Bečelor rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture – Hotel sa 5 zvezdica, odbranila je 2013.god.



Dr Dragana Konstantinović, dipl.inž.arh, docent je na Departmanu za arhitekturu i urbanizam Fakulteta tehničkih nauka, na predmetima iz oblasti arhitektonskog projektovanja. Doktorirala je januara 2014. godine na Fakultetu tehničkih nauka..

**ANALIZA MOGUĆNOSTI ZA SANACIJU I REMEDIJACIJU
DEPONIJE U ZRENJANINU****ANALYSIS OF POSSIBILITIES FOR REHABILITATION AND REMEDIATION
LANDFILL IN ZRENJANIN**

Jelena Erić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSTVO ŽIVOTNE SREDINE

Kratak sadržaj – U radu je opisano trenutno stanje upravljanja otpadom u R. Srbiji sa aspekta postojećih nekontrolisanih deponija kao i njihovog uticaja na životnu sredinu. Urađena je analiza postojećih metoda za sanaciju i remedijaciju nesaniarnih deponija, kao potencijalnih rešenja za veliki broj nekontrolisanih odlagališta otpada. Opisan je odabir adekvatne metode i analiza mogućnosti za njenu implementaciju na primeru gradske deponije u Zrenjaninu. Zaključna razmatranja sa aspekta tehničko-ekonomske opravdanosti analizirane metode za sanaciju i rekultivaciju deponije u Zrenjaninu, su takođe predstavljene u radu.

Abstract – The paper describes the current situation of waste management in the Republic of Serbia from the aspect of the existing uncontrolled landfills and their impact on the environment. An analysis of existing methods for recultivation and remediation of unsanitary landfills as potential solutions for many of uncontrolled landfills. Selection of appropriate methods and analysis of the possibilities for its implementation in the case of municipal landfills in Zrenjanin is described. Concluding remarks in terms of technical and economic feasibility analyzes methods for remediation and reclamation of landfill in Zrenjanin, are also presented in the paper.

Cljučne reči: *Deponije, sanacija, remedijacija, Zrenjanin*

1. UVOD

Jedan od najvećih problema zaštite životne sredine u Srbiji je veliki broj nekontrolisanih odlagališta otpada. Prema oceni Evropske unije, situacija u sferi zaštite životne sredine u Srbiji nije za pohvalu. Zaštita životne sredine je jedna od ključnih oblasti evropskih integracija i najizazovnija u procesu pridruživanja, jer se jedna trećina celokupnog zakonodavstva EU odnosi na tu oblast.

Probleme divljih deponija ima skoro svaka opština u Srbiji, a razlozi nastanka takvih smetlišta, najčešće u parkovima prirode i uz vodne slivove, su nepostojanje zaokruženog sistema upravljanja otpadom, nedovoljan broj sanitarnih deponija, izbegavanje nesavesnih kompanija i građana da svoj otpad, građevinski materijal i šut odlažu na regularne deponije kako bi izbegli plaćanje naknada, kao i izostanak svesti građana o značaju zaštite

životne sredine. Najzastupljeniji način upravljanja komunalnim otpadom u zemljama u razvoju se zasniva na odlaganju otpada na nesaniarne i divlje deponije, jer ovakva praksa predstavlja najjednostavniji i najjeftiniji način uklanjanja otpada. Odlaganje otpada na nesaniarne deponije dovodi do povećanja mogućnosti negativnog uticaja na životnu sredinu, a samim tim i povećanja rizika po zdravlje ljudi. Neadekvatno deponovanje otpada na nekontrolisanim deponijama dovodi do zagađivanja zemljišta i podzemnih voda, kao i nekontrolisanog ispuštanja deponijskog gasa u atmosferu.

Povećana svest o javnom zdravlju i kvalitetu životne sredine trebalo bi da pruže podsticaj potreban za razvoj i implementaciju održivog pristupa upravljanju čvrstim otpadom i remedijaciju postojećih nesaniarnih deponija. Sanacija i remedijacija deponije predstavljaju ključni pristup održivom upravljanju otpadom.

2. STANJE UPRAVLJANJA OTPADOM U SRBIJI

U Srbiji uglavnom ne postoji organizovan sistem upravljanja otpadom od njegovog nastajanja preko njegovog sakupljanja, transporta, skladištenja, tretmana, do konačnog odlaganja. Čvrst otpad se organizovano sakuplja pretežno samo u urbanoj zoni. Dominantan način upravljanja otpadom je deponovanje, bez prethodne selekcije i tretmana, sa niskim stepenom reciklaže.

Na teritoriji Republike Srbije prisutni su sledeći problemi: nedovoljna svest pravnih lica o njihovoj dužnosti da sami brinu o svom otpadu, nedovoljna edukacija građana, nedovoljno poznavanje prakse i trendova upravljanja čvrstim komunalnim otpadom u EU, nepostojanje projektne dokumentacije i potrebnih dozvola, nerešeni imovinsko-pravni odnosi kod postojećih i potencijalnih lokacija smetlišta, nedovoljna primena tržišnih principa i načela-zagađivač plaća.

Značajan problem u Srbiji su i "divlje deponije" (nekontrolisano bacanje otpada u reke, šume, nacionalne parkove, zaštićena prirodna dobra itd.) o čijem broju ne postoje tačni podaci, s obzirom da je njihov nastanak svakodnevna pojava. Otpad se ne tretira na odgovarajući način – ne vrši se sabijanje odnosno svakodnevno prekrivanje inertnim materijalom, ne postoji izolaciona obloga, ne vrši se kontrolisano odvođenje procednih voda i deponijskog gasa.

Postoje različite vrste deponija za odlaganje različitih materijala. Za otpad iz domaćinstava služe komunalne deponije, gde razlikujemo tri kategorije:

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Bojan Batinić.

Koraci koji se izvode pri delimičnoj sanaciji divlje deponije podrazumevaju:

1. Vršiti se izjednačavanje visine otpada na celoj gomili da bi se mogao lakše postaviti prekrivni sloj, i sakupljanje rasutog otpada na jednu gomilu koja se prekriva.
2. Postavlja se gornji prekrivni sloj od geosintetičkog materijala u cilju sprečavanja prodiranja atmosferskih padavina u telo deponije. Na ovaj način sprečeno je zagađenje podzemnih voda, zemljišta i sl.
3. Oko prekrivnog tela deponije vrši se postavljanje obodnih kanala kojima se omogućava oticanje atmosferske vode sa tela deponije kako se voda u tom delu ne bi zadržavala i ugrožavala prekrivni sloj.
4. Postavljanje sloja humusa na kojem će se nalaziti sloj vegetacije.
5. Postavljanje biotrnova kojima se omogućuje eliminisanje metana iz tela deponije. Samim tim eliminiše se i mogućnost od formiranja potencijalno eksplozivnih smeša. Ovo se uglavnom ugrađuje na deponijama sa velikom količinom otpada koja se nalazi u slojevima od nekoliko metara.
6. Postavljanje pijezometara radi kontrole fizičko-hemijskog sastava podzemnih voda, čime se utvrđuje da li su sprovedene mere zaštite adekvatne.

Postavljanje gornjih i donjih zaštitnih slojeva vrši se kada se utvrdi da deponija ima značajan negativan uticaj na životnu sredinu.

Na celoj površini degradiranog područja postavlja se **zaštitna zona** koja obuhvata sledeće objekte:

- Ograda oko kompleksa – ona sprečava pristup životinja na deponiju, ali i neovlašćenih lica,
- zaštitni nasip,
- obodni kanal i
- zaštitni zeleni pojas – pojas oko deponije koji se sastoji od obodnog kanala, ograde, kao i više zelenila različite spratnosti i gustine. Zaštitni zeleni pojas praktično počinje zaštitnom nožicom deponije i završava se ogradom. Unutar zaštitnog pojasa nalazi se obodni kanal za prihvatanje i evakuaciju atmosferskih voda i zaštitno zelenilo. Između zaštitnog nasipa i ograde nalazi se servisni put. Oko ograde se sadi zaštitno zelenilo, a širina pojasa iznosi oko 8 – 10 m.

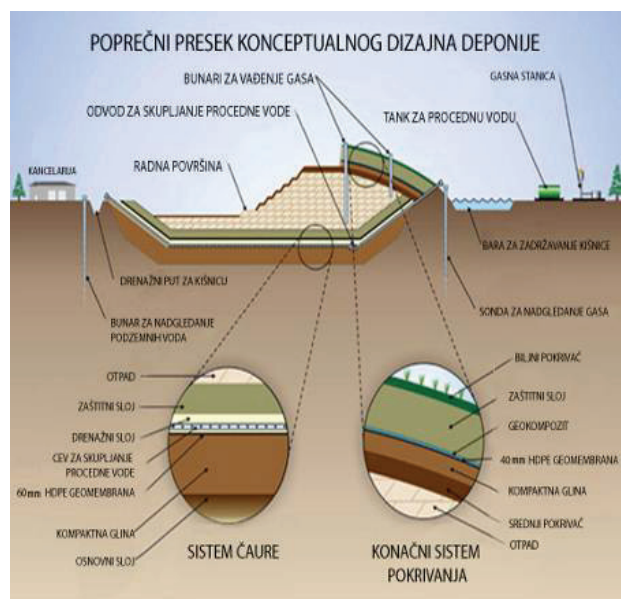
Pri napuštanju prostora deponije dostavna vozila, kao i druga namenska vozila koja se kreću po prostoru deponije, treba da dezinfikuje gume. Za dezinfekciju guma se koristi dezobarijera, kanal sa dezinfekcionim sredstvom preko koga prelaze vozila koja napuštaju deponiju.

Na kraju se postavlja finalna prekrivka koja ima višestruku funkciju.

Nakon zatvaranja deponije, neophodan je stručni nadzor u periodu od najmanje 30 godina. On obuhvata: monitoring procednih voda, površinskih i podzemnih voda, monitoring deponijskog gasa, analizu stabilnosti i nagiba, praćenje pojave sleganja terena i popravka finalne prekrivke i sistema za sakupljanje deponijskog gasa i procednih voda itd.

Neposredno posle zatvaranja deponije sledi njeno uređenje radi formiranja buduće namene površine

zatvorene deponije i uklapanja deponije u predeo okruženja. Važno je uočiti razliku između postupka zatvaranja deponije i uređenja deponije. To su tehnički, prostorno i vremenski odvojene faze radova, ali su međuzavisne i obe imaju značajnu ulogu u prevenciji zagađenja i unapređivanju životne sredine.



Slika 2: Poprečni presek konceptualnog dizajna deponije [5]

5. SANACIJA POSTOJEĆE ZRENJANINSKE DEPONIJE

Za potrebe izrade glavnog Projekta sanacije, proširenja i rekultivacije deponije u Zrenjaninu, izvedena su geološko-geotehnička istraživanja šireg istražnog prostora u cilju izbora optimalnih rešenja pri izradi glavnog projekta sanacije i proširenja deponije. Izvedena istraživanja obuhvatila su terenske radove, laboratorijska ispitivanja i kabinetsku obradu sa interpretacijom rezultata [6].

Potrebno je da se obavi prekrivanje otpada nakon razastiranja i nabijanja otpada, sa slojem inertnog materijala debljine 20 cm. Ovako prekriven otpad neophodno je sabiti i povaljati valjkom, a zatim prekriti geotekstilom težine 400 g/m³ i bentonitnim tepihom debljine 0.5 m, inertnim materijalom debljine 30 cm, a zatim humusnim slojem debljine 20 cm.

Na isti način se postupa i sa novodopremljenim otpadom u vremenu do potpunog zatvaranja deponije.

Vreme konačnog zatvaranja deponije još nije tačno utvrđeno. Ulogu zaštite podzemnih voda od uticaja filtrata ima drenazni sistem. Takođe neophodno je ograditi deponiju. Približna dužina ograde trebala bi da bude 660 m. Kontrola životne sredine zasnivaće se na ugradnji:

- Sistema za kontrolu podzemnih voda
- Sistema za kontrolu površinskih voda
- Sistema za kontrolu deponijskog gasa
- Sistema kontrole sleganja.

Tehnološki postupak sanacije deponije podrazumeva sledeće operacije:

1. Geodetsko snimanje deponije;
2. Zemljane radove;
3. Degazaciju;
4. Postavljanje geotekstila i bentonit tepiha;
5. Ugradnju drenažnog sloja;
6. Biološku rekultivaciju deponije;
7. Dugotrajno praćenje posle zatvaranja deponije.

Prilikom sanacije deponije radovi koji se obavljaju su sledeći: geodetski radovi, pripremni radovi, zemljani radovi, ostali radovi, i ukupni troškovi svih radova iznose 161.086.369,00 din.

6. ZAKLJUČAK

Pravilnim i adekvatnim upravljanjem otpadom omogućava se minimizacija štetnih uticaja otpada na okolinu, što se postiže sprovođenjem mera za postupaње sa otpadom od mesta njegovog nastanka do konačnog odlaganja

Prvi korak koji je neophodno preduzeti u Republici Srbiji jeste podizanje opšte svesti građana, koji nesavesno postupaju sa otpadnim materijama.

Uticaj neuređenih deponija na okolinu i ljude ogleda se u raznim opasnim materijama koje su sadržane u otpacima i koje ako završe u bilo kom činiocu životne sredine, imaju direktan uticaj na čoveka. Zagađenje vode, zemljišta, vazduha, ružan vizuelni dojam, pojava neprijatnih mirisa, raznošenje smeća, samo su neki od mnogobrojnih negativnih efekata.

U radu su prikazane moguće metode za remedijaciju deponija komunalnog otpada, uz detaljnu analizu mogućnosti za sanaciju deponije u Zrenjaninu. Deponija komunalnog otpada u zrenjaninskoj opštini zauzima površinu od oko 17 ha, uz procenu da se na ovoj deponiji nalazi oko 700.000 m³ otpada. Osnovni tehnološki postupci prilikom sanacije pomenute deponije podrazumevaju: geodetsko snimanje deponije, zemljane radove, degazaciju, postavljanje geotekstila i bentonit tepiha, ugradnju drenažnog sloja, biološku rekultivaciju deponije i dugotrajno praćenje posle zatvaranja deponije.

Sanacijom, zatvaranjem i rekultivacijom smetlišta, predviđene su i definisane najefikasnije mere zaštite životne sredine u postojećim, raspoloživim uslovima, dok će se rekultivacijom, odnosno po završetku eksploatacije iste, potpuno zaštititi uslovi življenja okolnog stanovništva i očuvati njihova životna sredina.

7. LITERATURA

- [1] Vujić G., Ubavin D., Batinić B., Vojinović-Miloradov Mirjana, Štrbac Dragana, Gvozdenc Branka, Stanisavljević N., Milovanović D., Adamović D., Bačlić S., Dvornić A., Utvrđivanje sastava otpada i procene količine u cilju definisanja strategije upravljanja sekundarnim sirovinama u sklopu održivog razvoja Republike Srbije, FTN, Novi Sad, 2009a
- [2] Pecelj Luburić Lj., Kovač Z., Tašin B., Drpnjak M., Radulov B., Fatanović J., Vojinović I., Jankov D., Bajović B., Lokalni plan upravljanja otpadom grada Zrenjanina za period od 2010. do 2020. godine, 2010
- [3] Vujić G., Batinić B., Stanisavljević N., Ubavin D., i dr., Revizija regionalnog plana upravljanja otpadom za grad Zrenjanin i opštine Sečanj, Titel i Kovačica, FTN, 2011
- [4] Anonim, 2013a - SEPA, <http://www.sepa.gov.rs/index.php?menu=207&id=1007&akcija=showExternal>, (Jul, 2016)
- [5] Anonim, 2013c- http://www.republicservices.com/studentsAndTeachers_landfillCrossSection.asp, (Jun, 2016)
- [6] Drašković D. i Špadijer S, Elaborat o izvedenim geološko-geotehničkim istraživanjima za potrebe izrade glavnog projekta sanacije deponije u Zrenjaninu, Beograd 2009

Kratka biografija:



Jelena Erić rođena u Novom Sadu 23.12.1983. Diplomski rad odbranila 2016. godine na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu.



Bojan Batinić doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka 2015. god., i izabran je u zvanje Docenta. Oblast naučnog istraživanja je zaštita životne sredine, sa fokusom na upravljanje otpadom.



RAZVOJ METODA UTVRĐIVANJA ZAGAĐENOSTI PROCEDNE VODE KOMUNALNE DEPONIJE POLICIKLIČNIM AROMATIČNIM UGLJOVODONICIMA

THE DEVELOPMENT OF METHODS FOR ASSESSING CONTAMINATION OF MUNICIPAL LANDFILL LEACHATE WITH POLYCYCLIC AROMATIC -HYDROCARBONS

Aleksandra Petković, Mladenka Novaković, Mirjana Vojinović Miloradov, Ivana Mihajlović,
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast - INŽENJERSTVO ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE

Kratak sadržaj: Cilj ovog rada je razvoj HPLC metode koja bi omogućila brzo, jednostavno i pouzdano određivanje koncentracije određenih policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH) u uzorcima otpadne vode sa deponije. Za ovaj rad je ispitivana koncentracija PAH-ova, koje Evropska Unija propisuje kao važne pokazatelje zagađenja životne sredine: acenafilen, antracen, benzo(a)antracen, benzo(a)piren, benzo(b)fluorante, benzo(g,h,i)perilen, benzo(k)fluoranten, krizen, dibenzo(a,h)antracen, fluoren, indeno(1,2,3-cd)piren, fenantren, piren. Fluoren, fenantren i piren su detektovani u uzorcima procedne vode u koncentracijama od 106, 196 i 130 ng/l, respektivno. Ostali PAH-ovi su bili ispod granice detekcije.

Abstract: The aim of this master thesis is to develop HPLC methods that would enable rapid, simple and reliable determination of the concentration of certain polycyclic aromatic hydrocarbons in samples of wastewater from the landfill using the HPLC method. For this study we investigated the concentration of PAHs, which the European Union stipulates as important indicators of environmental pollution: acenaphthylene, anthracene, benzo (a) anthracene, benzo (a) pyrene, benzo (b) fluorantene, benzo (g, h, i) perylene, benzo (k) fluoranthene, chrysene, dibenz (a, h) anthracene, fluorene, indeno (1,2,3-cd) pyrene, phenanthrene, pyrene. Fluorene, phenanthrene, and pyrene were detected in landfill leachate samples in concentrations of 106, 196 and 130 ng/l, respectively. The other PAHs were measured under limits of detection.

Ključne reči: Prioritetni PAH-ovi, HPLC metoda, procedna voda.

1. UVOD

Filtrat na sanitarnoj deponiji nastaje ceđenjem atmosferskih voda kroz telo deponije. Ceđenjem se vrši ekstrakcija rastvorljivih i suspendovanih materija. Filtrat predstavlja zagađenu tečnost koja se procedila kroz slojeve odloženog otpada. Pri tome ona prima velike količine rastvorljivih i suspendovanih materija, uključujući i proizvode biohemijske reakcije.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Mihajlović, docent.

Registrovane i indentifikovane opasne i toksične materije u telu i okolnoj sredini deponije, posebno divljih deponija i smetlišta, uz redovne deponijske gasove (CH₄ i CO₂), mogu biti i aromatični ugljovodonici, uključujući isparljiva organska jedinjenja kao što su benzen, toluen i ksilen, halogenovani ugljovodonici (vinilhlorid, dihlormetan, hlороform), sulfidi (H₂S, merkaptani), alkoholi (metanol, izopropanol) i druge organske supstance u gasovitoj fazi, kao što su aceton, etan i propan, PAH-ovi.

PAH-ovi zbog svog dugog perioda degradacije u životnoj sredini i toksičnog delovanja spadaju u grupu perzistentnih organskih zagađujućih supstancija (Persistent Organic Pollutants - POPs). PAH-ovi su relativno slabo rastvorna jedinjenja u vodi, ali su rastvorni u organskim rastvaračima. Jedinjenja sa većom molekulskom masom su manje rastvorljiva u vodi i manje nestabilna. Baš zbog tih karakteristika više se nalaze u zemljištu nego u vodi i atmosferi. Boja PAH-ova u čvrstom stanju je bela, žuta, blede zelena, ali mogu biti i bezbojni. PAH-ovi imaju karakteristične UV spektre, otporni su na fotorazgradnju i u pobuđenom stanju mogu da fluoresciraju. Imaju kondenzovane aromatične prstenove koji ne sadrže heteroatome niti sadrže supstituente. Najčešće se javljaju PAH-ovi sa pet ili šest aromatičnih jezgra.[1]

Cilj ovog master rada je razvoj HPLC metode koja bi omogućila brzo, jednostavno i pouzdano određivanje koncentracije određenih PAH-ova u uzorcima otpadne vode sa deponije primenom HPLC metode.

2. TEHNIKE ANALIZE PAH-OVA U UZORCIMA DEPONIJSKOG FILTRATA

PAH-ovi predstavljaju veoma važne indikatore zagađenosti životne sredine, a pored toga su i veoma toksična jedinjenja, pa je neophodno stalno pratiti njihovu koncentraciju u uzorcima iz životne sredine i adekvatnim tretmanom je održavati na nekom optimalnom nivou. S obzirom na to da se PAH-ovi mogu naći u svim delovima biosfere, različiti uzorci zahtevaju različiti tretman i različite metode analize. Uopšteno govoreći postupak analize PAH-ova sastoji se iz sledećih koraka:

- uzorkovanje i homogenizacija uzorka u cilju bolje ekstrakcije;
- ekstrakcija koja se izvodi sa ciljem dobrog odvajanja PAH – ova od matrice uzorka i prevođenja u odgovarajući medijum za dalju analizu,
- instrumentalna analiza, koja omogućava identifikaciju i kvantifikaciju ispitivanih molekula u datom uzorku.

2.1. Hromatografija

Hromatografija obuhvata različite i važne grupe metoda za razdvajanje komponenti iz složenih smeša. Predstavlja metodu separacije, identifikacije i kvantifikacije jedinjenja manje ili više kompleksne smeše. Hromatografija je fizička metoda u kojoj komponente mogu biti razdvojene distribucijom između dve faze - stacionarne i mobilne.

2.2. Tečna hromatografija i način rada HPLC

Tečna hromatografija visokih performansi (HPLC, tečna hromatografija pod visokim pritiskom) je oblik kolonske hromatografije koja se često koristi u analitičkoj hemiji. HPLC se koristi za razdvajanje komponenti iz smeše na osnovu hemijskih interakcija između supstance koja se analizira i stacionarne faze u koloni.

Princip rada HPLC-a je forsiranje prolaska analizirane supstance (ili smeše) kroz kolonu (cev napunjenu materijalom sitnih čestica, a time i velike površine) pumpanjem tečnosti (mobilna faza) pod visokim pritiskom kroz kolonu [2].

Unosi se mala zapremina uzorka u tok mobilne faze i na osnovu specifičnih hemijskih i fizičkih interakcija, dolazi do različitog zadržavanja komponenata smeše. Vreme zadržavanja zavisi od prirode supstance koja se analizira, stacionarne faze i sastava mobilne faze. Vreme za koje se supstanca eluira (dođe do kraja kolone) naziva se *retenciono vreme* i one je karakteristično za određenu supstancu.

Korišćenje visokog pritiska povećava linearnu brzinu i daje komponentama manje vremena za zadržavanje, što poboljšava rezoluciju hromatograma.

Koriste se uobičajeni rastvarači, čisti ili u bilo kojoj kombinaciji (npr. voda, metanol, organski rastvarači, itd). Voda može sadržati i neki pufer, kako bi se poboljšalo razdvajanje. Moguće je koristiti i gradijentno eluiranje, što podrazumeva promenu sastava mobilne faze u toku eluiranja.

3. EKSPERIMENTALNI DEO

Eksperimentalni rad obuhvatao je sledeće faze:

- 1) Priprema serije standardnih rastvora za kalibraciju;
- 2) Priprema uzoraka za analizu metodom tečno-čvrste ekstrakcije PAH-ova;
- 3) Prečišćavanje uzoraka i priprema za analizu sa UV-DAD (ultra violet – diode array detector);
- 4) Analiza prečišćenih uzoraka primenom HPLC.

Posupak se sastoji u odmeravanju 1000 ml uzorka vode za analizu, zatim filtriranju procedne vode zbog nečistoća. Kondicioniranje C18 kolone sprovedeno je propuštanjem 25 ml dihlormetana, 25 ml metanola i 25 ml destilovane vode. Nakon toga je uzorak propušten kroz C18 kolone pomoću adaptera za uzorke većih zapremina u cilju tečno-čvrste ekstrakcije PAH-ova, slika 2.

Eluiranje je urađeno sa 4 ml dihlormetana u vijalu od 4 ml. Nakon toga ekstrakt je uparen u blagom protoku azota do suva i uzorak je kvantitativno prenet u vijalu sa acetonitrilom tako da zapremina u vijali bude 1 ml.

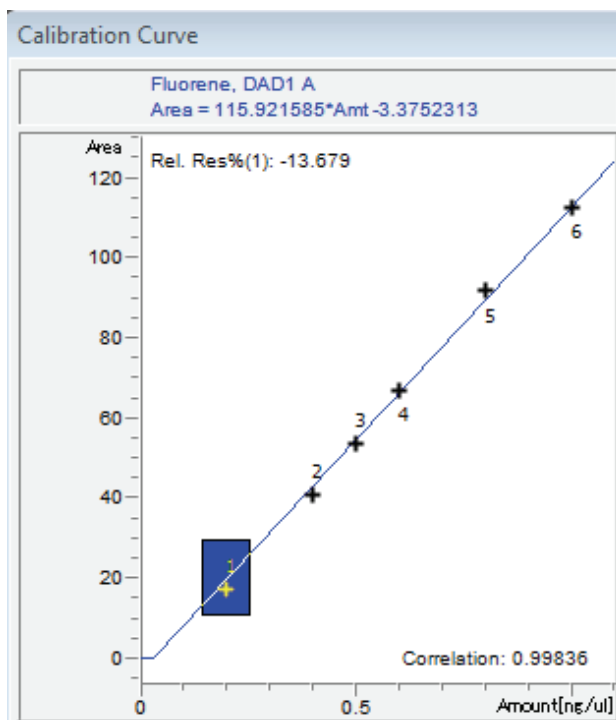


Slika 2. Propuštanje uzorka kroz kolone C18

4. REZULTATI I DISKUSIJA

Cilj ovog master rada bio je razvoj metode za određivanje koncentracije odabranih PAH-ova u uzorku otpadne vode sa deponije primenom tečno-čvrste ekstrakcije i detekcijom HPLC metodom u cilju procene zagađenja procedne vode selektovanim PAH-ovima.

Kvantitativna analiza PAH-ova u uzorcima procedne vode izvršena je na osnovu površine pikova dobijenih analizom hromatograma i korišćenjem jednačina kalibracionih krivih. Prikaz izgleda kalibracione krive za fluoren dat je na slici 3.



Slika 3. Kalibraciona kriva za fluoren

- Prema jednačini kalibracione krive (slika 3.), i na osnovu površina ispod pikova dobijeni su sledeći rezultati za fluoren:

Uzorak procedne vode: Amt = 0.053 mg/l

Spajkovani uzorak procedne vode: Amt = 0.543 mg/l

- Prema jednačini kalibracione krive, i na osnovu površina ispod pikova dobijeni su sledeći rezultati za fenantren:

Uzorak procedne vode: Amt = 0.098 mg/l

Spajkovani uzorak procedne vode: Amt = 0.531 mg/l

- Prema jednačini kalibracione krive, i na osnovu površina ispod pikova dobijeni su sledeći rezultati za piren:

Uzorak procedne vode: Amt = 0.065 mg/l

Spajkovani uzorak procedne vode: Amt = 0.499 mg/l

4.1. Prinosa metode (Recovery)

Prinos ili tzv. recovery vrednost se računa prema sledećem proračunu:

$$R(\%) = \frac{c(\text{sa spajkom}) - c(\text{bez spajka})}{0,5 \text{ mg/l}} * 100$$

gde 0,5 mg/l predstavlja koncentraciju standardnog rastvora PAH-ova kojim je uzorak spajkovano, c (sa spajkom) - koncentraciju uzorka procedne vode (mg/l) spajkovano sa standardnim rastvorom PAH-ova, a c (bez spajka) - koncentraciju uzorka procedne vode (mg/l).

Tabela 1. Rezultati prinosa metode u procentima

PAH	R (%)
Flouren	97,9
Fenantren	86,6
Piren	86,6

Na osnovu dobijenih prinosa metode koji su za sve analizirane PAH-ove iznad 86 % može se zaključiti da se razvijena metoda može uspešno koristiti za analizu procedne vode sa deponije, ali i drugih otpadnih voda.

4.2. Koncentracije PAH-ova u procednoj vodi

Na osnovu dobijenih rezultata kalibracionih krivih i površine ispod pikova analiziranih PAH-ova i činjenice da su uzorci prekoncentrovani 500 puta u toku pripreme, dobijaju se rezultati za koncentracije PAH-ova u uzorcima procedne vode prikazani u tabeli 2. Koncentracije fluorena, fenantrena i pirena bile su iznad granice detekcije razvijene analitičke metode.

Tabela 2. Koncentracije PAH-ova merenih iznad granice detekcije u uzorcima procedne vode

PAH	Koncentracije u procednoj vodi (ng/l)
Flouren	106
Fenantren	196
Piren	130

Prema analizi koja je vršena u Maleziji, ukupna koncentracija PAH-ova procednih voda sa Taman Beringin deponije bila je u rasponu od 9.9-576.6ng/g, dok su PAH-ovi sa Ulu Maasop deponije bile 11.8-2836ng/g. [3]

5. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je određivanje koncentracije određenih PAH-ova u uzorcima procednih voda primenom HPLC metode. PAH-ovi su iz uzoraka procedne vode kondicionirani metanolom i dihlormetanom, uz pomoć vakuum manifolda.

Za ovaj rad ispitivana je koncentracija PAH-ova, koje Evropska Unija propisuje kao važne pokazatelje zagađenja životne sredine: acenaftilen, antracen, benzo[a]antracen, benzo[a]piren, benzo[b]fluoranten, benzo[ghi]perilen, benzo[k]fluoranten, krizen, dibenzo[a,h]antracen, fluoren, indeno[1,2,3-cd]piren, fenantren, piren.

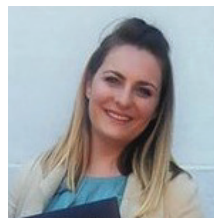
Na osnovu prinosa metoda većih od 86% za PAH-ove merene iznad granice detekcije može se zaključiti da se razvijena metoda pripreme uzoraka procedne vode čvrsto-tečnom ekstrakcijom i analizom na HPLC-DAD uređaju može uspešno koristiti za dalju analizu uzoraka deponijskih voda, ali i drugih tipova otpadnih voda.

Fluoren, fenantren i piren su detektovani u uzorcima procedne vode u koncentracijama od 106, 196 i 130 ng/l, respektivno. Ostali PAH-ovi su bili ispod granice detekcije. Problem visoke granice detekcije posmatranih PAH-ova se može prevazići korišćenjem detektora veće osetljivosti, kao što je maseni spektrometar.

6. LITERATURA

- [1] Vujić G., Vojinović Miloradov M., Radnović D., Turk Sekulić M., Radonić J., Ubavin D., Đogo M., Dvornić A., Bačlić S., Maoduš N., Stošić M. Preliminarna kvalitativna i kvantitativna analiza procednih voda i gasova sa deponija u cilju uspostavljanja kontinualnog monitoringa. 2009. Novi Sad.
- [2] Kavrakovski Z. 1997. Osnovi na tačna hromatografija pod visok pritisok (HPLC). Skoplje, Republika Makdeonija: Narodna i univerzitetska biblioteka „Sv. Kliment Ohridski“.
- [3] Pauzi M., Hiaw K., Yoon W., and Razahadi. 2004. Landfill leachate as a source of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) to Malaysian waters. Coastal Marine Science 29(2): 116-123.

Kratka biografija:



Aleksandra Petković rođena je u Beogradu, 1989. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerstvo zaštite životne sredine, odbranila je 2016. godine.



MOTIVACIJA ZAPOSLENIH SA ASPEKTA ZAŠTITE NA RADU EMPLOYEE MOTIVATION IN TERMS OF SAFETY AT WORK

Cica Stojanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – INŽENJERSTVO ZAŠTITE NA RADU

Kratak sadržaj – Ovo istraživanje se fokusira na ljudsko ponašanje i kako se inženjer može ponašati da bi usmerio ljude da poštuju zakon i saradnju da bi se ponašali bezbedno na radnom mestu. Oblast zaštite na radu nalazi se na marginama ukupnih društvenih aktivnosti, dok je akcenat stavljen na rešavanje problema opstanka preduzeća i preživljavanja zaposlenih.

Abstract – This research focuses on human behavior and how an engineer can act that would direct people to respect the law and cooperation to behave safely in the workplace. Safety at work is located at the margins of total social activities, while the emphasis is placed on solving problems of company existence and the survival of the employees.

Cljučne reči: zaštita na radu, motivacija, anketa

1. UVOD

Bezbedno i zdravo radno mesto jedno je od osnovnih prava svakog čoveka i radnika. Bezbednost i zdravlje na radu podrazumeva ostvarivanje uslova rada preduzimanjem određenih mera i aktivnosti u cilju zaštite života i zdravlja zaposlenih i drugih lica koji na to imaju pravo. Samo zdrav radnik na zdravom radnom mestu ima svoj doprinos razvoju savremenog društva, kroz unapređenje produktivnosti i kvaliteta proizvoda, radnu motivaciju i zadovoljstvo radom.

Zdravlje zaposlenih predstavlja jednu od ključnih oblasti politike koja povezuje ljudska prava, socijalnu koheziju i napredak društva. Ekonomski značaj bezbednosti i zaštite na radu je danas posebno naglašen zato što je profit osnovni motiv privređivanja te se ulažu značajni napor za smanjenje troškova i povećanje produktivnosti, zaštitu radnika i humanizaciju rada i radnih odnosa.

Ključne posledice krize koja je zahvatila region, pa i Republiku Srpsku i Srbiju su nezavršen proces privatizacije, nelikvidnost, pad proizvodnje i izvoza, smanjenje nezaposlenosti i povećanje nezaposlenosti, pad životnog standarda i rast siromaštva.

Sva ova negativna kretanja su imala veliki uticaj na socijalno-ekonomsku politiku, pa samim tim i na oblast bezbednosti i zdravlja na radu. Takva kriza je zahvatila i preduzeće "Žitopromet" koji je delom privatizovan, delom vlasništvo države gde je došlo do smanjenja plata, otpuštanja radnika, kašnjenja sa isplatom, čestih smena rukovodstva i uspostavljanja novih preko noći.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Slobodan Morača.

2. MOTIVACIJA

Svi ovi faktori su uticali da se poveća nezadovoljstvo ljudi i smanji motivacija za rad. S druge strane, u "Mlin Pavlović" firmi je bolje organizaciono stanje, veća sigurnost posla i bolja primanja, ali se kroz anketu provlači slično nezadovoljavajuće stanje u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu.

Motivacija je vrlo promenljiv i složen fenomen za koji ne postoji unapred pripremljen i nepromenljiv odgovor. Može se reći da je motivacija informacija koja dovodi do promene svesti, načina ponašanja ili potreba pojedinca. Motivisanost pokreće zaposlene na aktivnosti i daje im volju za ostvarenje radnih zadataka. Motivisani ljudi su produktivni, zadovoljni i posvećeni poslu. Čovekov radni potencijal se ne može surovo eksploatirati poput neke mašine za rad, jer je čovek biće sa emocijama i da bi na poslu dao maksimalan učinak moramo mu ukazati poštovanje i uvažavati njegovu ličnost [1].

Materijalna motivacija je jedan od temeljnih faktora na kojima se bazira organizacijska praksa motivisanja rada. Napredovanjem, simboli statusa, plate i druge materijalne kompenzacije vidljivi su mehanizmi alokacije specifičnih nagrada i vrednovanja rada unutar politike i prakse svake pojedinačne organizacije.

Novac je najstariji i najočigledniji, a istovremeno i najuniverzalniji način motivisanja za rad. No, nesumnjivo i jedan od vrlo značajnih problema koji privlači sve veću pažnju zbog velikog uticaja koje ima na rad i odnose u radu. Postavi li se plata u neposrednu funkciju povećanja proizvodnosti rada, dolazi se do činjenice da svako povećanje plate ne vodi i povećanju produktivnosti [1].

Iz navedene problematike definiše se predmet ovog rada: istražiti i utvrditi područja motivacije i motivacijskih tehnika koja se mogu razraditi i primeniti u upravljanju ljudskim potencijalima kako bi ono bilo što efikasnije i zadovoljilo raznolike ljudske potrebe te ujedno predložiti aktivnosti njihove primene.

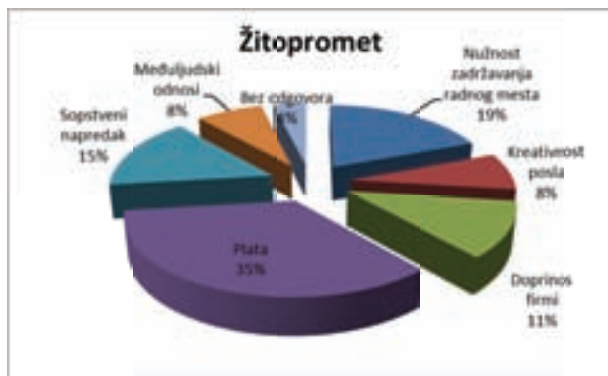
3. ISTRAŽIVANJE

Istraživanje je sprovedeno na zaposlenim u dva preduzeća, „Žitopromet“ i „Mlin Pavlović“. Uzorak je reprezentativan po polu, starosti, nivou obrazovanja i godinama staža. Ispitanik je osoba starija od 18 godina koja je zaposlena u jednom od ova dva preduzeća. Upitnik se sastoji iz 19 pitanja. Od toga je jedno pitanje ocena od 1-5 uticaja određenih faktora na njihov rad, a ostala pitanja su poznavanje prava, obaveza na radnom mestu i njihove motivacije za radom. Kod mladih između 18. i 24. godine postoji 50% veći rizik od nastanka povrede, oboljenja i oštećenja zdravlja na radu nego kod

starijih. Obuka iz bezbednosti i zaštite zdravlja na radu ne sme se sprovoditi samo kad mladi uđu u svet rada, već je neophodno da se sa razvojem preventivne kulture počne od najranijeg detinjstva [6].

Cilj istraživanja je utvrđivanje stvarnog stepena bezbednog rada, politike preduzeća u zaštiti na radu, nivoa i kvaliteta sprovođenja propisanih normativa bezbednosti i utvrđivanje uzroka i razloga nedosledne primene propisanih normi bezbednog rada.

Istraživanje je pokazalo da je osnovna motivacija zaposlenih plata (slika 1). Zatim sledi faktor nužnosti zadržavanja radnog mesta i sopstveni napredak. Mali procenat zaposlenih smatra da je motivacija za rad sam doprinos firmi i međuljudski odnosi sa kolegama (slika 2). Kreativnost posla je na poslednjem mestu prema anketi, što vodi zaključku da većina radnika ne voli posao koji obavlja, radi iz nužde, zbog egzistencije i izdržavanja članova porodice. To stvara nezadovoljstvo u ljudima, loš pristup radnim zadacima i nemarnost za sopstvenu bezbednost i zdravlje.



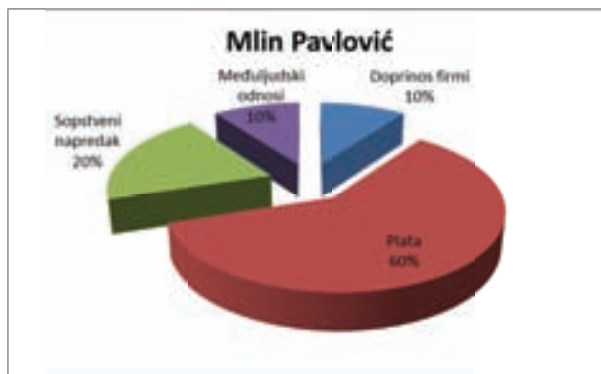
Slika 1. Grafički prikaz odgovora zaposlenih u „Žitopromet“ na pitanje „Šta Vam daje motivaciju za rad?“

U svakom preduzeću postoje zaposleni koji su u procesu razvoja karijere čija se spremnost može testirati postepenim povećanjem odgovornosti. Na taj način se ljudima ukazuje mogućnost na napredovanje, usavršavanje i ohrabrenje.

Obuka ima dvostruki značaj na performanse preduzeća, kroz povećanje motivacije zaposlenog ali i primenom novostečenih znanja i veština na radnom mestu dolazi do povećanja produktivnosti preduzeća.

Jedan na jedan sastanci između ljudstva i rukovodilaca su veoma motivacioni. Oni čine ljude da se osećaju bitnijim i cenjenijim tokom ovih teških vremena. Komunikacija je ključna, prenošenje poruka odnosno informacija može pozitivno da utiče na moral ljudi i produktivnost njihovog rada. Uključenost ljudi u projekte čini da se ljudi osećaju kao dio kompanije, odnosno tima.

Jedna od osnovnih potreba čoveka je osećaj pripadanja. Važno je izgraditi timski duh i timski odnos među zaposlenima. Preporuka je da se napravi skica, odnosno slika tima i da se ljudi fizički vide kao deo grupe ili tima. Generalizovani ciljevi tipa „daj sve od sebe“ ili „uradio to najbolje što možeš“ izazivaju zabunu i ne usmeravaju zaposlene na konkretne rezultate. Dugogodišnja praksa je potvrdila da teško ostvarivi ali dostizni ciljevi motivišu ljude.



Slika 2. Grafički prikaz odgovora zaposlenih u mlinu „Pavlović“ na pitanje „Šta Vam daje motivaciju za rad?“

Povratna informacija je sastavni element procesa motivacije zaposlenih i jedan od značajnih mehanizama stimulanja zaposlenih na ostvarivanje postavljenih ciljeva. Neophodno je ljude informisati o ostvarenim rezultatima, pohvaliti ih za dobro obavljen posao, ali i ukazati na neophodne korekcije.

Ispitanici vide tri nefinansijska motivatora (slika 3) - pohvale od neposrednih rukovodilaca, pažnja rukovodstva (na primer, jedan na jedan razgovori), i kreativnost posla - manje ili čak i jednako efektivni motivatori kao tri najcenjenija finansijska podsticaja: keš bonusi, povećanje plate, sopstveni napredak. Tri nefinansijska motivatora istraživanja igraju važnu ulogu u davanju osećaja zaposlenima da ih kompanija ceni, da ih uzima za ozbiljno, i nastoji da stvori mogućnosti za njihovo napredovanje u karijeri [3].



Slika 3. Nefinansijski faktori koji utiču na uspešno obavljanje posla, anketa u „Žitopromet“-u



Slika 4. Nefinansijski faktori koji utiču na uspešno obavljanje posla, anketa u mlinu „Pavlović“

Ukoliko neposredni rukovodilac odvoji vreme za razgovor sa radnikom svaki dan pre početka radnog vremena, postepeno će sticati njegovo poverenje i u određenom trenutku će se radnik sam obratiti za eventualnu pomoć ili će brže usvojiti smernice koje mu rukovodilac daje sa aspekta bezbednosti i zdravlja na radu. Jedini utrošak je vreme.

Moramo uzeti u obzir da neki radnici visoko vrednuju novac, dok neki više cene druge faktore (slika 4), kao što su integritet, vrednosti, lično izražavanje, intelektualni izazov. Čak i oni koji u osnovi više cene novac, vremenom počinju da preispituju svoje prioritete. Stalna težnja za novcem i za stvarima koje se mogu kupiti novcem ne mogu uvek doneti zadovoljstvo. Sticanje više novca ne eliminiše tugu, poniženje, bol i slično. Kada ljudi počnu da preispituju svoju želju za novcem, rukovodioci će morati da razvijaju i druge aspekte radnog okruženja, kao na primer više prilika da uživaju u slobodnom vremenu ili više vremena za svoje porodice. [2]

Analizom dijagrama uviđamo da najveći uticaj na uspešnost rada imaju visina plate i ugled kompanije. Zatim slede radni uslovi, bezbednost pri radu i dobri odnosi sa kolegama.



Slika 5. Maslovljeva hijerarhija ljudskih potreba

Na slici 5 je prikazana Maslovljeva hijerarhija kojom se ljudske potrebe razvrstavaju na grupe. Niži nivoi se moraju zadovoljiti pre nego što se aktiviraju potrebe viših nivoa. Psihologija je utvrdila da kada se jedna potreba zadovolji opada značaj njene motivacione uloge i druga brzo zauzima njeno mesto.

4. PRIMERI DOBRE PRAKSE

Uspešne organizacije u svetu na zaposlene gledaju kao na primarni razvojni resurs, izvor ideja. Naglasak se stavlja na aktivno upravljanje njihovim potencijalima. Motivacija i zadovoljstvo zaposlenih postaju ključna pitanja savremene organizacije. Više od 300 kompanija planira uvesti agresivnije velnes programe i time želi podstaknuti zaposlene na vežbanje [4].

Primer dobre prakse, od 2009. godine kompanije uvode program po kom bi zaposleni mogli dobijati i do 10 dolara manju platu ako se ustanovi da je neuravnotežen njihov BMI koji prikazuje odnos težine i visine tela, odnosno ako

se utvrdi da je veći od 29,9. Plata će biti umanjena za 5 dolara onim zaposlenima koji ništa ne čine po pitanju povišenog holesterola i krvnog pritiska [1].

Priznanje zaposlenima ima važnu ulogu u motivisanju zaposlenih u kompaniji Nichols Foods Ltd. U Merseyside u Engleskoj, gde je prosečna nadnica samo malo iznad norme. Glavni hodnik u proizvodnom odeljenju je obložen „panoima pohvala“ na kojima su istaknuti postignuti rezultati timova zaposlenih. Mesečne nagrade radnicima dodeljuju njima slični radnici kao priznanje za njihov napor, a neposredni rukovodioci predzentuju njihove rezultate na godišnjim sastancima [1].

Garry Mathiason, savetnik za radno pravo pri kompaniji Littler Mendelson, smatra da će u iduće dve godine neke kompanije uvesti i kazne za zapoislene koji se neodgovorno ponašaju prema svom zdravlju. [5] Američke firme žele podstaknuti zaposlene da više brinu od svom zdravlju, posebno one sa povišenim krvnim pritiskom i holesterolom.

Mogućnosti napredovanja unutar kompanija su velike i mnogo se ulaže u edukaciju kadra. Obuke u Roche d.o.o su najčešće u Švajcarskoj i Turskoj, a mogu biti i u prestižnim evropskim školama, kao što su INSEAD i London Business School [1].

Transportšped, Beograd ističe da su potpuno svesni činjenice da je uzaludno imati kapital, ako nemate ljude koji njime mogu da upravljaju. Posebnu pažnju posvećuju edukaciji mladih koji dolaze. Praksa je da se pruži šansa pre svega deci radnika, jer na taj način oni će firmu doživeti kao porodičnu, kao svoju, što predstavlja dodatnu motivaciju za zaposlene. Tokom radnog vremena organizuje se škola računara i engleskog jezika.

Mnoge kompanije na Zapadu sprovode zakon o zabrani pušenja, a neke čak i plaćaju odvikavanje od ove zavisnosti. U Eriksonu u kancelarijama nije dozvoljeno pušenje, ali jeste izlazak na cigaret-pauzu, dok je u Veranu pušenje strogo zabranjeno u kancelarijama, međuprostoru, pa čak i na pauzi i u području oko firme. Sve više firmi otvara velnes centre u sklopu poslovnih zgrada kako bi zaposleni bili zdraviji, a poslodavci imali manje troškova uzrokovanih izostancima bolesnih zaposlenih.

5. PREPORUKE ZA UNAPREĐENJE MOTIVISANOSTI ZAPOSLENIH

Istraživanja ukazuju na nizak stepen svesti i kod učenika o potencijalnim rizicima u radnoj okolini. Takođe, niska je preventivna kultura, ali je izražena i želja i potreba za adekvatnom edukacijom i osposobljavanjem. Neophodna je implementacija sistematske edukacije iz oblasti bezbednost i zdravlje na radu u srednjoškolski sistem Republike Srbije [6].

Da bi se podstaklo puno radno angažovanje zaposlenih, potrebno je odrediti prave načine za njihovu motivaciju. Pozitivan stav prema poslu se manifestuje kroz povećanu motivaciju za rad. U većini naših preduzeća ne postoji sistem merenja zadovoljstva i motivacije zaposlenih [7].

Jedna od preporuka je da se prepoznaju individualne razlike. Svaka teorija o motivaciji priznaje da svi zaposleni nisu identični. Oni imaju različite stavove,

potrebe i druge važne individualne promenljive. Jako je bitno i svrstavanje ljudi na radna mesta, npr. radnici sa visokim učinkom treba da dobiju radna mesta koja im omogućavaju učešće u stvaranju umereno izazovnih ciljeva i koja podrazumevaju samostalnost i povratne informacije.

Neposredni rukovodioci moraju da obezbede da zaposleni imaju čvrste, specifične ciljeve i povratne informacije kako da ih ispunjavaju. Ukoliko se očekuje otpor prema ciljevima, učešće zaposlenih u njihovom stvaranju bi trebalo da poveća njihovo prihvatanje.

Veoma je važno da su ciljevi ostvarivi. Zaposleni moraju da osećaju sigurnost i da su svesni da pojačan napor može da dovede do ostvarivanja postavljenih zadataka.

Zbog različitih potreba zaposlenih, ono što deluje kao faktor pojačanja za jedne, ne mora da deluje za druge. Neposredni rukovodioci treba da koriste svoje znanje o različitostima zaposlenih kako bi individualizovali nagrade koje oni kontrolišu, kao što su plate, unapređenja, priznanja, željeni radni zadaci, samostalnost i učešće u stvaranju ciljeva. Važne nagrade kao što su povećanje plate i unapređenja, trebalo bi da daju za ostvarivanje specifičnih ciljeva. Zaposleni moraju da shvate da su nagrade ili rezultati rada jednaki ulaganjima.

Znanje u društvu postaje najznačajniji faktor razvoja, ono predstavlja temelj konkurentske prednosti jedne kompanije i osigurava njen dugoročni napredak.

Raspodela povećanja nadnica po osnovu rezultata rada, nagrade po jedinici proizvoda i druge inicijative koje se plaćaju važne su u određivanju motivisanosti zaposlenih. Ukoliko se novac odstrani kao podsticaj, ljudi se neće pojavljivati na radnom mestu. Isto se ne može reći za ostranjivanje ciljeva, obogaćenog rada ili učešća u stvaranju ciljeva.

„Ljudi rade za novac, ali će istrčati jedan dodatni krug samo radi priznanja, pohvale i nagrada” (Stjuart R. Livajn).

Sledeća pitanja su predmet budućih istraživanja:

- Pitanje: Zašto radnici ne mare za bezbednost?

Odgovor: Zato što njihovi poslodavci ne ispunjavaju ono o čemu pričaju u pogledu zaštite zdravlja i bezbednosti rada i što uprava ne uspeva da održi praksu održavanja zdravlja i bezbednosti rada na vrhu svog plana.

- Pitanje: Zašto bi na radnim mestima mogli imati ljude koji imaju odbojnost prema nadležnim organima?

Odgovor: Zato što ne vide da participativne strukture ne rade dosledno da zaštite radnike na njihovim radnim mestima niti vide da njihovi šefovi poštuju zadatak uvođenja zaštite zdravlja i bezbednosti na radu, tj. zadatak nadležnih organa.

- Pitanje: Zašto radnici nemaju osjećaj efikasnosti i sposobnosti da se suoče sa problemima zaštite zdravlja i bezbednosti na radu?

Odgovor: Zato što je premalo uzvratnih dijaloga, participativne strukture nisu tu da pokrenu dijalog, i zaštita zdravlja i bezbednosti na radu se stavljaju u stranu kada se pojave drugi pritisci [8].

6. ZAKLJUČAK

Među važnim igračima su oni koji su prepoznati u pitanjima ankete o kojima se diskutovalo u ovom radu - šefovi i sindikati kao i inženjeri i radnici. Osim toga, sve strane treba da razumeju probleme bezbednosti, kako mogu da doprinesu, i da budu spremni da deluju u tom doprino-šenju. Može se zaključiti da bez motivisanosti nema ni uspešne organizacije procesa rada. Tehnički uslovi rada i međuljudski odnosi, rešena stambena pitanja, lične zarade i sam princip raspodele imaju određenog udela u podsticanju za rad. Radna uspešnost doprinosi boljem stavu prema poslu koji se obavlja što utiče i na ukupnu radnu aktivnost. Pozitivan stav prema poslu se manifestuje kroz povećanu motivaciju za rad. Vreme je vredan resurs za sve poslove i pojedince [7]. Organizovanje treninga, kurseve za pripravnike, proslave i kolegije, pauza za kafu i ručkova, i putem medija su neprocenjivi načini širenja reči o zaštiti zdravlja i bezbednosti na radu.

Istraživanja ukazuju na nizak stepen svesti kod učenika o potencijalnim rizicima u radnoj okolini. Takođe, niska je preventivna kultura, ali je izražena i želja i potreba za adekvatnom edukacijom i osposobljavanjem. Neophodna je implementacija sistematske edukacije iz oblasti bezbednost i zdravlje na radu u srednjoškolski sistem Rep. Srbije [6].

7. LITERATURA

- [1] Prof. dr Branislav Mašić, Jelena Lukić, „*Motivisanje zaposlenih u funkciji poboljšanja uspešnosti poslovanja*”, Beograd, Univerzitet Singidunum, 2009.
- [2] Lydia Banks, „*Motivation in the workplace: Inspiring your employees*”, published by Coastal Training Technologies Corp, Virginia VA
- [3] <http://www.mckinsey.com/business-functions/organization/our-insights/motivating-people-getting-beyond-money>
- [4] „*Motivacija zaposlenih kao podsticaj za rad*”, Ekonomski fakultet, Univerzitet u Sarajevu
- [5] http://www.moj-posao.net/jseeker_wiki.php?sessionId=f00f4f471cfa7cb162685b93600c6908&wikiName=ZdravljezaposlenikaSAD
- [6] Đurović Marija, Mamula Tatjana, „*Značaj integracije bezbednosti i zdravlja na radu u srednjoškolskom obrazovanju*”, Prva regionalna međunarodna konferencija – Primenjena zaštita i njeni trendovi, Zlatibor, 2014.
- [7] Mr Tanasijević Zorica, „*Zadovoljstvo zaposlenih, izvor ili rezultat motivacije zaposlenih*”, Nacionalna konferencija o kvalitetu, Kragujevac, 2007.
- [8] Valerie Braithwaite, „*Motivations, attitudes, perceptions and skills*”, Regulatory Institutions Network, Australian National University

Kratka biografija:



Cica Stojanović rođena je 1991. godine u Bijeljini u Republici Srpskoj. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Inženjerstva zaštite na radu odbranila je 2014. godine.

**SISTEM ZA UPRAVLJANJE POSTUPCIMA LIVENJA I SINTEROVANJA
CONTROL SYSTEM FOR MANIPULATION OF CASTING AND SINTERING**Branislav Gojkov, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MEHATRONIKA**

Kratak sadržaj – U ovom radu dato je idejno hardversko i softversko rešenje automatizovanog sistema za upravljanje postupcima livenja i sinterovanja i opisan je realizovani sistem. Opisana je konfiguracija sistema i princip rada. Prikazane su neophodne komponente i korisnički program za realizaciju sistema za upravljanje postupcima livenja i sinterovanja.

Ključne reči: PLC S7-1200, livenje, TIA PORTAL V13

Abstract – In this paper is given conceptual design of hardware and software solution of control system for manipulation of casting and sintering and explained a system. Study also describes the system configuration and working methods and describes necessarily components and user program to implement control system for manipulation of casting and sintering.

Key words: PLC S7-1200, casting, TIA PORTAL V13

1. UVOD

Postupak livenja datira nekoliko hiljada godina pre nove ere i predstavlja jedan od najstarijih načina oblikovanja metala. Od kada je otkrivena ova tehnika, uzela je veliki udeo u razvoju ljudske civilizacije. Nekada se proces livenja koristio za proizvodnju oruđa, oružja i nakita, a posle gotovo 5000 godina tehnološkog napretka i unapređivanja samog postupka, livenje se i dalje koristi i predstavlja veoma značajan postupak u industriji.

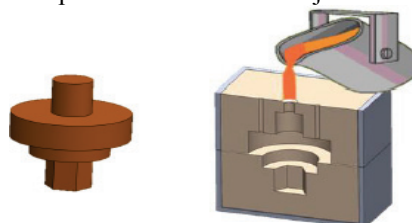
2. LIVENJE

Livenje predstavlja veoma pogodan proizvodni proces kada je u pitanju izrada velikih serija i masovna proizvodnja dobijanja kompleksnih oblika mašinskih delova. Pod postupkom livenja se podrazumeva popunjavanje prostora tečnim metalom, tako da nakon procesa očvršćavanja, metal zadržava oblik prostora u koji je izliven.

2.1 Livenje u pešćanim kalupima

Livenje u pešćanim kalupima je jedan od najstarijih postupaka livenja, a sa obzirom da je relativno jeftin i efikasan, ujedno je i najkorišćeniji postupak u livnicama. Sam proces se započinje izradom modela i kalupa, što je prikazano na slici 1. Model predstavlja predmet koji se želi dobiti nakon postupka livenja. Na osnovu modela pravi se prostor u kalupu, u koji će se naknadno izliti liv. Kroz otvor za ulivanje se uliva istopljeni metal, koji ostaje u kalupu dok se ne ohladi i ne očvrstne. Nakon što se izliveni

predmet ohladi, vrši se razbijanje kalupa i odlivak se odvaja od kaluparske mase i ide na dalju obradu.



Slika 1. Postupak livenja u pešćanim kalupima - model i poprečni presek kalupa sa upresovanim modelom

2.2 Liveno gvožđe

Termin liveno gvožđe određuje celu familiju materijala sa različitim svojstvima. Čelik i livena gvožđa su u osnovi gvožđa sa različitim procentualnim sadržajem ugljenika, koji se koristi kao osnovna primesa pri dobijanju određene legure. Prednosti livenih gvožđa u odnosu na čelik predstavljaju niža temperatura topljenja, bolja livnost i niža cena, koja je i dovela do primene u najrazličitijim oblastima [1].

2.2.1 Sivi liv

Najrasprostranjeniji od svih livenih metala i jedan od najrasprostranjenijih metalnih legura koje se koriste u inženjerske svrhe. Koristi se u gotovo svim industrijskim oblastima, a dobija se u livnicama uz jeftinu proizvodnju. Visok sadržaj ugljenika (C) je glavni razlog niže tačke topljenja. U cilju popravljavanja mehaničkih i strukturnih svojstava sivog liva vrši se postupak modifikiranja. Modificiranje podrazumeva da se neposredno pre livenja, rastopljenom sivom livu doda modifikator fero-silicijum (Fe-Si) ili siliko-kalcijum (Si-Ca). Na ovaj način se dobija liv koji ima niz prednosti u poređenju sa sivim livom [1].

2.2.2 Nodularni liv

Sličan je po sastavu sa sivim livom i u suštini predstavlja kvalitetniji sivi liv. U cilju popravljavanja mehaničkih i strukturnih svojstava sivog liva vrši se postupak dodavanja magnezijuma ili cerijuma pre samog izlivanja rastopa i modifikiranja. Na ovaj način se dobija liv koji zadržava dobre osobine sivog liva i poboljšava njegovu elastičnost, čvrstinu, otpor na udare, ali takođe povećava i cenu proizvodnje u odnosu na sivi liv [1].

3. KALUPARSKA LINIJA SA LIVNOM MAŠINOM

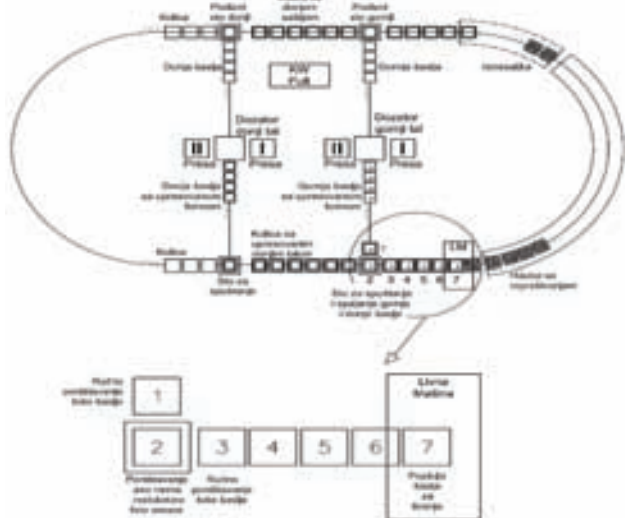
Kaluparska linija sa livnom mašinom (slika 2) predstavlja automatizovanu liniju kružnog toka, koja vrši funkciju procesa livenja sivog i nodularnog liva u pešćane kalupe. Linija poseduje mogućnost livenja u dve vrste formi i sastoji se od nekoliko podstanica: dozator za donji tal, dozator za gornji tal, stolova za spuštanje i podizanje, KW pult, livne mašine, haube sa otprašivanjem i istresaljke. Pomoću KW pult, upravlja se radom ovom automati-

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Gordana Ostojić, vanr.prof.

zovanom linijom. Stanje ispravnosti kalupa počinje da se prati na sedam pozicija pre livne mašine. Na pozicijama 1 i 3, prisutan je radnik na liniji, koji vrši vizuelnu proveru kvaliteta kalupa.

Na poziciji 2 vrši se i automatska provera prisutnosti nodulatora pomoću difuzionog foto-senzora, samo ukoliko se vrši livenje nodularnog liva. Pozicija 7 se nalazi ispod livne mašine. Ukoliko se na njenoj poziciji nalazi dobra forma, vrši se livenje za unapred uneto vreme trajanja livenja.



Slika 2. Izgled kaluparske linije sa livnom mašinom

3.1 Režimi rada livne mašine u programu livenja

Prilikom izbora programa livenja, neophodno je obezbediti dva režima rada livne mašine: ručni i automatski, kao i mogućnost upravljanja i vizuelizaciju procesa pomoću HMI (Human Machine Interface) panela. Pre otpočinjanja samog programa livenja, neophodno je uneti sledeća vremena trajanja livenja pomoću HMI panela:

- Vreme trajanja livenja za formu1 i formu2;
- Vreme trajanja modifikiranja za formu1 i formu2;
- Vreme trajanja kašnjenja livenja za formu1 i formu2;
- Vreme trajanja kašnjenja modifikiranja za formu1 i formu2;
- Vreme trajanja ceđenja za formu1 i formu2.

3.1.1 Ručni režim rada

Pritiskom tastera na panelu, potrebno je obezbediti početak livenja. Dok je pritisnut taster, livenje traje, maksimalno do prethodno unetog vremena trajanja livenja za izabranu formu. Namena ručnog režima je određivanje idealnog vremena livenja za formu1 i formu2 i mogućnost za ručno livenje ukoliko dođe do nekog manjeg otkaza na nekom delu sistema.

3.1.2 Automatski režim rada

Ukoliko je na poziciji za livenje očitana ispravna forma, omogućuje se automatsko livenje. Ukoliko je uključen prekidač modifikiranja, neophodno je omogućiti: početak modifikiranja pre početka livenja, kašnjenje početka modifikiranja u odnosu na početak livenja i istovremeno otpočinjanje livenja i modifikiranja. Ukoliko je na poziciji za livenje neispravna forma, nije moguće izvršiti livenje i vrši se pomeranje kolica sa kalupom za jednu poziciju.

3.2 Režim rada peći za sinterovanje

Sinterovanje je proces povećanja gustine i čvrstoće keramičkog materijala za vreme toplotne obrade pečenjem. Unutrašnjost indukcionice peći se oblaže keramičkim materijalom u željenom obliku, a zatim se postupkom sinterovanja (zagrevanja) učvršćuje keramički materijal. Proces sinterovanja se obavlja u šest ciklusa, od kojih se svaki ciklus sastoji od različitog broja perioda ponavljanja uključenja i isključenja grejača. Vremena trajanja uključenja i isključenja po ciklusima su sledeća:

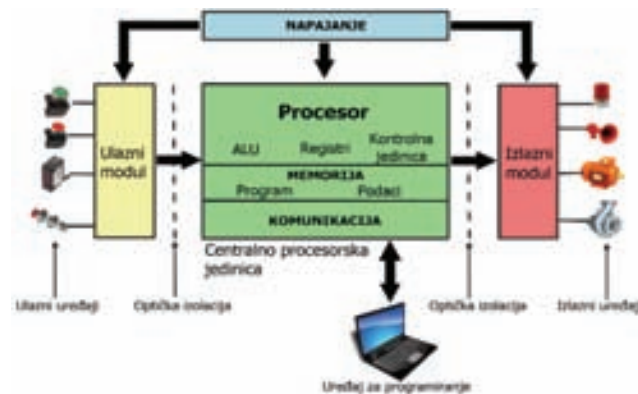
1. Ciklus (3 perioda): 80 s uključeno – 640 s isključeno;
2. Ciklus (4 perioda): 80 s uključeno – 320 s isključeno;
3. Ciklus (13 perioda): 80 s uključeno – 160 s isključeno;
4. Ciklus (20 perioda): 80 s uključeno – 80 s isključeno;
5. Ciklus (50 perioda): 80 s uključeno – 17 s isključeno;
6. Ciklus (48 perioda): 80 s uključeno – 8 s isključeno.

4. PROGRAMABILNI LOGIČKI KONTROLER

PLC (Programmable Logic Controller) predstavlja specijalni uređaj sa mikrokontrolerom koji je dizajniran za rad i upravljanje u nepovoljnim industrijskim uslovima. Prvi put se pojavljuju krajem 60-ih godina prošlog veka kao želja za smanjenjem troškova nefleksibilnih sistema koji su koristili žičnu relejnu logiku. [2]

4.1 Hardverska arhitektura

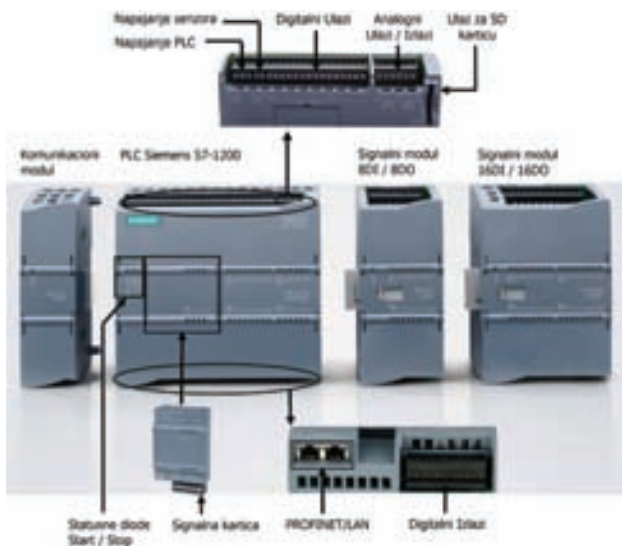
Blok dijagram programabilnog logičkog kontrolera ilustrovan je na slici 3 i sastoji se iz dva osnovna dela: centralno procesorske jedinice i ulazno/izlaznog modula. Centralno procesorska jedinica upravlja radom i svim aktivnostima PLC-a. Generalno gledano centralno procesorska jedinica se sastoji iz tri osnovne komponente: procesora, memorije i napajanja. Ulazno / Izlazni modul – obezbeđuje fizičku vezu između ulaznih i izlaznih uređaja, koji se koriste za upravljanje procesom [3].



Slika 3. Blok dijagram PLC

4.2 PLC Siemens S7-1200

Zahvaljujući modularnom dizajnu i visokim performansama Siemens PLC S7-1200 čija je konfiguracija predstavljena na slici 4 predstavlja idealan izbor kontrolera za upravljanje jednostavnim i manje zahtevnim sistemima automatizacije. Ugrađeni PROFINET omogućuje povezivanje sa uređajem za programiranje, HMI i drugim Simatic PLC. Siemens S7-1200 familija omogućuje različit broj jednostavnih modula koji se lako proširuju sa odgovarajućim brojem ulaza i izlaza (Signalni modul i signalne kartice) ili drugačijim komunikacionim protokolima (Komunikacioni modul) [4].



Slika 4. Siemens S7-1200 konfiguracija

4.3 HMI – Human Machine Interface

HMI služi za ostvarivanje veze između korisnika (čoveka) i mašine. Cilj ove veze je efektivno upravljanje automatizovanim sistemom i dobijanje povratne informacije, na osnovu koje korisnik donosi odluke o upravljanju automatizovanim sistemom. HMI obezbeđuje različite funkcionalnosti: vizuelizaciju i upravljanje, kontrolu pristupa, procesuiranje alarma i generisanje izveštaja. [5]

4.3.1 Siemens KTP600 basic color PN panel

Zahvaljujući manjoj dijagonali prečnika ekrana od 6 inča, KTP 600 panel spada u kategoriju cenovno najpristupačnijih panela iz Siemens familije HMI uređaja. Posедуje PROFINET protokol za komunikaciju sa PLC uređajem i konfiguriše se pomoću WinCC TIA portala.

4.4 Ostale komponente sistema

Kao što je već prethodno rečeno, PLC Siemens S7-1200 i HMI Siemens KTP600 predstavljaju centralne elemente sistema za upravljanje livenjem i sinterovanjem, međutim za pravilan rad sistema neophodne su i ostale komponente sistema u koje spadaju: kapacitivni senzor, difuzioni fotoelektrični senzor, grebenasti prekidači, tasteri, osigurači, releji, indikatorski elementi, pneumatski ventili, transformator, ispravljač, redne stezaljke, kablovi, paralelne spojnice i kanalice.

4.4.1 Kapacitivni senzor

U sistemu za upravljanje postupcima livenja i sinterovanja, kapacitivni senzor je postavljen na tanku u kojem se nalazi modifikator. Ukoliko nivo modifikatora u tanku se spusti ispod definisanog nivoa, senzor će aktivirati izlaz i uključiti signalnu lampu na električnom ormanu, koja signalizira operateru da je neophodno dosuti modifikator u tanku.

4.4.2 Difuzioni fotoelektrični senzor

U sistemu za upravljanje postupcima livenja i sinterovanja, difuzioni fotoelektrični senzor je implementiran na poziciji dva. Snop svetlosti je usmeren ka otvoru na peščanom kalupu, u kojem je prethodno sipan nodulator. Ukoliko nodulator nije usut, senzor će aktivirati izlaz i kontroler će obeležiti lošu formu, u koju se kasnije neće izvršiti livenje.

5. TIA PORTAL V13 – RAZVOJNO OKRUŽENJE

TIA portal predstavlja inženjersku razvojnu platformu za rešavanje različitih problema automatizacije u svim delovima industrije. Osnovna namena TIA portala je: projektovanje, upravljanje, puštanje u rad i nadogradnja postojećih sistema automatizacije. TIA portal se sastoji iz: STEP7, WinCC i PLCSIM.

5.1 Step7 – TIA portal

Step 7 predstavlja softversku platformu pomoću koje se vrši konfigurisanje, programiranje, dijagnostikovanje i testiranje svih Siemens SIMATIC PLC.

5.2 WinCC – TIA portal

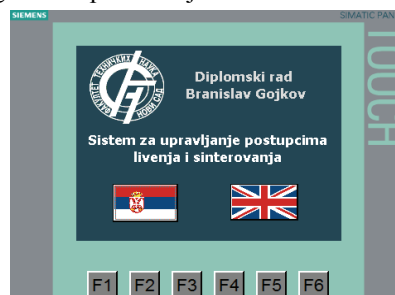
WinCC je softverska platforma za konfigurisanje Siemens SIMATIC panela za automatizaciju, industrijskih PC i standardnih PC računara sa softverom za vizuelizaciju WinCC runtime advanced i SCADA system runtime professional. Navigacija ekrana sistema za upravljanje postupcima livenja i sinterovanja prikazana je na slici 5.



Slika 5. Navigacija ekrana HMI panela

5.2.1 Izgled Naslovnog ekrana

Na Naslovnom ekranu, pored osnovnih informacija, omogućen je i izbor jezika korisničkog interfejsa. Izgled naslovnog ekrana prikazan je na slici 6.



Slika 6. Izgled naslovnog ekrana

5.2.2 Izgled MENI ekrana

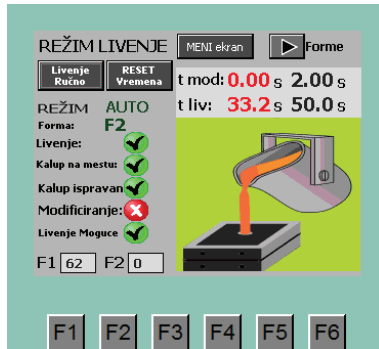
Na MENI ekranu koji je prikazan na slici 7 nalazi se prikaz mogućnosti izbora ekrana, informacije o datumu i vremenu, kao i ime trenutno ulogovanog korisnika na sistemu. Pristup ekranu je moguć i pomoću funkcijskog tastera HMI panela F2.



Slika 7. Izgled MENI ekrana

5.2.3 Izgled ekrana Upravljanje livenjem

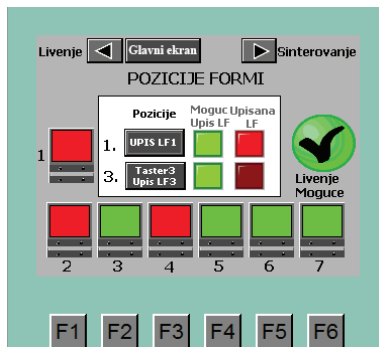
Na ekranu Upravljanje livenjem koji je prikazan na slici 8, pored upravljanja ovim procesom, prikazane su i informacije o vremenima trajanja livenja i modifikiranja, broj izlivenih formi i uslovi da li je livenje moguće.



Slika 8. Izgled ekrana upravljanje livenjem

5.2.4 Izgled ekrana Pozicije formi

Na ekranu Pozicije formi koji je prikazan na slici 9 prikazano je stanje ispravnosti forme na trenutnim pozicijama, kao i grafički simbol da li je ispravna forma na poziciji za livenje.



Slika 9. Izgled ekrana pozicija formi

5.2.5 Izgled ekrana Režim sinterovanje

Ekran Režim sinterovanje koji je prikazan na slici 10, pored upravljanja sinterovanjem daje informacije o trenutnom ciklusu i periodu, trenutnom ukupnom periodu, kao i o vremenu trajanja koliko je peć ili hlađenje uključeno.



Slika 10. Izgled ekrana režim sinterovanja

5.2.6 Ostali ekrani

Pored prikazanih ekrana dostupni su još ekrani za unose neophodnih vremena za postupke livenja i sinterovanja. Ekran Korisnički nalozi koji služi za logovanje na sistem i dodavanje ili brisanje naloga korisnika i ekran Trendovi na kojem je dostupna informacija o broju izlivenih formi u poslednjih sat vremena.

5.3 S7-PLCSIM (TIA portal)

S7-PLCSIM je softverska platforma koja izvršava korisnički program kao i pravi fizički PLC i simulira njegov rad. Tokom izvršavanja programa pomoću jednostavnog korisničkog interfejsa mogu se pratiti stanja i menjati vrednosti različitih procesnih veličina. Na ovaj način moguće je utvrditi da li PLC realizuje izvršavanje željene funkcije.

6. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je pronalaženje hardverskog i softverskog rešenja za automatizovanje postupaka livenja i sinterovanja peći. Automatizovanjem ovog procesa smanjuje se izloženost ljudi teškim fizičkim poslovima i industrijskom okruženju gde vladaju visoke temperature i povećava se bezbednost samog postupka. Sistem za upravljanje postupcima livenja i sinterovanja se bazira na PLC kontroleru Siemens S7-1200 i HMI KTP600 panelu, koji pojednostavljuju i u velikoj meri smanjuju uticaj čoveka na sam proces. Sistem je polu-automatizovan i uz jednostavnu i brzu obuku, čovek je spreman da upravlja i nadzire proces livenja i sinterovanja peći.

7. LITERATURA

- [1] Sedmak A., Šijački-Žeravčić V., Milosavljević A., Đorđević V., Vukićević M. : Mašinski materijali – drugi deo, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2000.
- [2] Frank D. Petruzella : Programmable logic controllers, fourth edition, McGraw Hil, New York, 2011.
- [3] L. A. Bryan, E. A. Bryan : Programmable Controllers, theory and implementation, second edition, Industrial Text Company, Georgia, 1997.
- [4] SIEMENS SIMATIC S7-1200 : Programmable controller, System manual, Nurnberg, 06/2015.
- [5] Mini S. Thomas, John Douglas McDonald : Power System SCADA and Smart Grids, CRC Press, Boca Raton, Florida, 2015.

Kratka biografija:



Branislav Gojkov rođen je u Kikindi 1983. god. gde je završio srednju tehničku školu. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronike odbranio je 2016. godine.

DIDAKTIČKI MODEL ZA IGRU SLAGANJA X I O DIDACTIC MODEL FOR STACKING GAME X AND O

Georgina Kolarić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – U radu je prikazana Android aplikacija koja omogućava igru slaganja X i O korišćenjem manipulatora za pokretanja slova X i O. Takođe, opisan je način na koji je ostvarena TCP/IP komunikacija sa programabilnim logičkim kontrolerom kao i izgled didaktičkog stola.

Abstract – In this paper is described Android applications for puzzle X and O, using the manipulator for moving letters X and O. Besides this, TCP/IP communication with the programmable logic controller and design of the didactic table is described.

Ključne reči: Android, Festo,

1. UVOD

Tehnologije mobilnih uređaja se neprestano razvijaju i usavršavaju, što dovodi do sve većeg približavanja mobilnih uređaja prenosnim računarima. Zadatak ovog rada je izrada Android aplikacije za upravljanje automatizovanim sistemom. Mobilni uređaj koji se koristi je baziran na Android operativnom sistemu, dok se za sistem kojim se upravlja koristi programabilni logički kontroler firme FESTO. Na kraju se preko bežične mreže vrši povezivanje sistema sa mobilnim uređajem.

2. BEŽIČNE KOMUNIKACIJE

Za prenos podataka bežične mreže koriste elektromagnetni spektar (radio, mikro i svetlosne talase). Jedan deo spektra zahteva određene licence što je dovelo do razvoja mnogo tipova i veličina mreža. Bežične tehnologije se mogu podeliti prema vrsti mreže na:

- Lokalne mreže (Wireless Local Area Network)
- Mreže širokog područja (Wireless Wide Area Network)
- Gradske mreže (Wireless Metropolitan Area Network)
- Mreže personalne oblasti (Wireless Personal Area Network)

U industriji se najčešće koriste mreže kratkog (Bluetooth) i srednjeg (Wi-Fi) dometa. Za izradu rada je korišćena mreža srednjeg dometa, Wi-Fi. Razlog korišćenja ove mreže jeste taj što se za razliku od Bluetooth-a koji se koristi kod stacionarnih uređaja, Wi-Fi tehnologija koristi u pokretnim uređajima i ima znatno veći domet u odnosu na Bluetooth.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Stevan Stankovski, red.prof.

Na slici 1 je prikazano na koji način je povezan sistem. Mobilni uređaj preko Wi-Fi-a šalje podatke ruteru koji je mrežnim kablom povezan sa PLK-om. PLK zatim upravlja manipulatorom i postavlja figure na odigrana polja. Kada manipulator postavi figuru na odigrano polje PLK šalje podatak Androidu da je spreman da primi nove podatke [6].



Slika 1. Povezanost sistema

3. ANDROID OPERATIVNI SISTEM

Android operativni sistem je trenutno najrasprostranjeniji operativni sistem za mobilne telefone, zasnovan je na Linux jezgri i prilagođen je tako da se može koristiti na većini mobilnih uređaja, kao što su mobilni telefoni, tablet računari, laptop računari ali i mnogi drugi uređaji. U početku, ovaj operativni sistem je razvila firma Android inc, koju je 2005. godine kupio Google. Google je želeo da Android bude otvoren i besplatan, pa je tako veći deo Android koda objavljen pod open-source Apache licencom. Proizvođači koji koriste Android mogu ugraditi svoje dodatke u Android i na taj način učiniti njihove proizvode drugačijim od drugih. Glavna prednost Androida je ta da on pruža jedinstven pristup razvoju aplikacija, programeri razvijaju sve pod Android platformom a njihova aplikacija treba da ima mogućnost izvršavanja na velikom broju uređaja [1].

3.1. XML layout

U XML layout fajlu je opisan dizajn korisničkog interfejsa. Struktura ovog fajla je jednostavna, on se sastoji od XML elemenata kao što su dugmad, tekst i slično. Za raspored elemenata u XML layout fajlovima u radu je korišćen RelativeLayout. RelativeLayout predstavlja grupu pogleda koji prikazuje više View elemenata relativnih pozicija. Razmeštaj elemenata se definiše relativno, u odnosu na neki početni objekat, a ne u obliku apsolutnih pravila, što je slučaj kod LinearLayout-a. Dalje je prikazan izgled svakog XML layout fajla koji je korišćen u izradi aplikacije [1]. Prilikom pokretanja aplikacije prikazuje se *welcome* aktivnost, tu je napravljena animacija slike koja se rotira određeno vreme. Nakon isteka vremena od 2 sekunde, pokreće se nova aktivnost *GlavniProzor*, a prethodna aktivnost se završava metodom *finish()*. Izgled aktivnosti *welcome* je prikazan na slici 2.



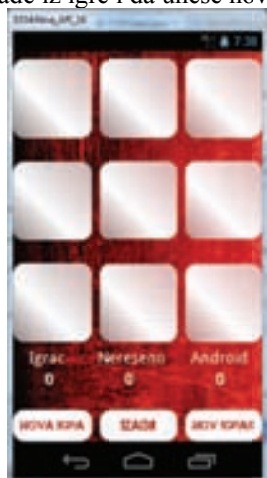
Slika 2. Welcome

Na slici 3 je prikazana aktivnost *GlavniProzor*. U ovoj aktivnosti se nalazi više ponuđenih radnji (dugmadi) od kojih je korisnik u mogućnosti da odabere željenu radnju. Svaka radnja pokreće odgovarajući dijalog ili novu aktivnost.



Slika 3. GlavniProzor

Pritiskom na dugme „ZAPOČNI IGRU“ pokreće se nova aktivnost Igra i njen izgled je dat na slici 4. U ovoj aktivnosti korisnik aplikacije igra igricu ali pored igre ima još opcija, odnosno, tri dugmeta gde može da započne novu igru, da izađe iz igre i da unese novog korisnika.



Slika 4. Igra

Pritiskom na dugme „NOV IGRAC“ se pokreće dijalog, to jest novi XML layout fajl koji nosi naziv *novi_igrac*.

Izgled ovog XML layout fajla je dat na slici 5. Ista opcija postoji i u aktivnosti *GlavniProzor*, ali se ovde XML layout fajl pokreće pritiskom na dugme „UNESI IGRACA“



Slika 5. novi_igrac

Pritiskom na dugme „REZULTATI“ se pokreće dijalog, koji sadrži spisak deset najboljih igrača i njegov izgled je prikazan na slici 6.



Slika 6. Rezultati

Poslednja dva dugmeta koja su prikazana u aktivnosti *GlavniProzor* su „OBRISI SVE IGRACE“ i „IZADJI“. Pritiskom na dugme „IZADJI“ se izlazi iz aplikacije dok dugme „OBRISI SVE IGRACE“ pokreće novi dijalog koji vrši upit da li je korisnik siguran da želi da obriše sve postojeće igrače. Izgled ovog dijaloga je prikazan na slici 7.



Slika 7. Upit za brisanje igrača

3.2. Razvoj aplikacije

Za razvoj aplikacije na Android platformi je korišćen Java programski jezik i razvojno okruženje Android Studio.

3.2.1. Aktivnost i dijalog

Ranije je spomenuta aktivnost kao komponenta aplikacije koja se može poistovetiti sa jednim konkretnim prozorom aplikacije u kojem korisnik može da izvrši neku određenu radnju. Svaka aplikacija može da sadrži više aktivnosti, pri čemu je potrebno jednu aktivnost definisati kao primarnu. Prelaz između aktivnosti se odvija tako što aktuelna aktivnost poziva novu. Aktivnosti su međusobno nezavisne, svaka aktivnost se implementira kao zasebna klasa koja nasleđuje klasu *Activity*. Životnim ciklusom aktivnosti se upravlja implementacijom odgovarajućih metoda. Životni ciklus aktivnosti započinje metodom *onCreate()*, a završava se zajedno sa metodom *onDestroy()*. U okviru metode *onCreate()* treba da se definiše izgled i globalno stanje aktivnosti, kao što je raspored elemenata korisničkog interfejsa. Pored aktivnosti ranije je spomenut i dijalog. Android omogućava prikazivanje dijaloga, a oni u sebi mogu da sadrže bilo koje elemente korisničkog interfejsa. Dijalog od aktivnosti preuzima interakciju sa korisnikom. U ovom radu dijalog je kreiran u samom kodu, tamo gde je potreban i poziva se metodom *show()* [1].

3.2.2. Fajl AndroidManifest.xml

Svaka aplikacija mora da poseduje svoj AndroidManifest.xml fajl. Manifest fajl sadrži neophodne informacije o aplikaciji i o Android sistemu. Neke od funkcija manifest fajla su:

- Sadrži naziv Java paketa u okviru kog je napisan izvorni kod aplikacije.
- Opisuje komponente aplikacije - aktivnosti, servise, primaoca poruka i provajdere sadržaja.
- Određuje koji procesi će biti domaćini komponentama aplikacije.
- Definiše koje privilegije moraju druge aplikacije da poseduju da bi mogle da koriste komponente aplikacije.
- Definiše minimalnu verziju Android API-a koji zahteva aplikacija.
- Definiše listu biblioteka koje aplikacija koristi.

Fajl AndroidManifest.xml može da se uređuje ručno, pisanjem XML koda ili može da se koristi ugrađeni uređivač [1].

3.2.3. Komunikacija između PLK-a i Androida

Komunikacija u mreži se odvija preko precizno definisanog postupka koji se zove protokol, dva osnovna protokola koja su korišćena u radu su IP (internet protocol) i TCP (Transmission Control Protocol), pošto su povezani, u praksi su poznati i kao TCP/IP protokol. IP deo odgovara mrežnom nivou, dok TCP odgovara transpotnom nivou OSI modela. Kada klijent želi da započne vezu sa serverom on otvara socket. Socket je apstrakcija mrežnog softvera koji vrši komunikaciju preko mreže. Komunikacija se sastoji od pisanja u socket i čitanja iz njega. U Javi socket je implementiran u klasi *java.net.Socket* koja se brine o svim detaljima transfera

podataka. Kod TCP/IP protokola, kada se klijent poveže sa serverom jedan socket se stvori na klijentskoj strani, a drugi na strani servera [5].

Svaka aplikacija nakon pokretanja se standardno izvršava unutar jednog procesa u kome se odvijaju i svi ostali poslovi koje ona pokreće. Da bi se izbeglo zamrzavanje korisničkog interfejsa bilo je potrebno napraviti posebnu nit (thread) u kojoj će se odvijati komunikacija. U radu je korišćen *AsyncTask*, *AsyncTask* se odvija u pozadinskoj niti i na taj način ne ometa pokrenutu aktivnost [5]. Komunikacija između PLK-a i Androida se ostvaruje onog momenta kada se pokrene aktivnost *Igra* a podaci se šalju pritiskom na dugme. Na slici 8 je dat prikaz polja kao i koje vrednosti klijent šalje serveru pritiskom na dugme. Prva vrednost koja se šalje serveru jeste na koga je red da igra, ukoliko je red na korisnika serveru se šalje „1”, u suprotnom se šalje „0”. Druga vrednost koja se šalje je „X” vrednost sa slike a treća vrednost je „Y”.

X = 1 Y = 1	X = 2 Y = 1	X = 3 Y = 1
X = 1 Y = 2	X = 2 Y = 2	X = 3 Y = 2
X = 1 Y = 3	X = 2 Y = 3	X = 3 Y = 3

Slika 8. Prikaz polja i vrednost istih.

3.2.4. Baza podataka SQLite

Prilikom razvoja aplikacije javila se potreba za korišćenjem baze podataka, kako bi mogli da unosimo igrače kao i da sortiramo najbolje. U Android je ugrađena baza podataka SQLite, koja pruža sve mogućnosti rada s relacionim bazama podataka pomoću komandi jezika SQL. Svaka aplikacija koja koristi SQLite dobija vlastitu instancu baze podataka, kojoj se standardno može pristupiti isključivo iz te aplikacije [1].

Za bazu podataka je implementirana nova Java klasa „BAZA”. A u njoj je definisan unos podataka, brisanje, ažuriranje kao i isčitavanje podataka iz baze. U toku igre se prati broj pobeđenih, nerešenih i izgubljenih partija i to je upravo ono što se i upisuje u bazu.

4. MANIPULATOR

Programabilni logički kontroleri su industrijski računari čiji su hardver i softver posebno prilagođeni radu u industrijskim uslovima, a koji se mogu lako programirati i ugrađivati u postojeće industrijske sisteme. Za izradu rada je korišćen programabilni logički kontroler proizvođača Festo, oznake FEC-FC-660 i on se sastoji od:

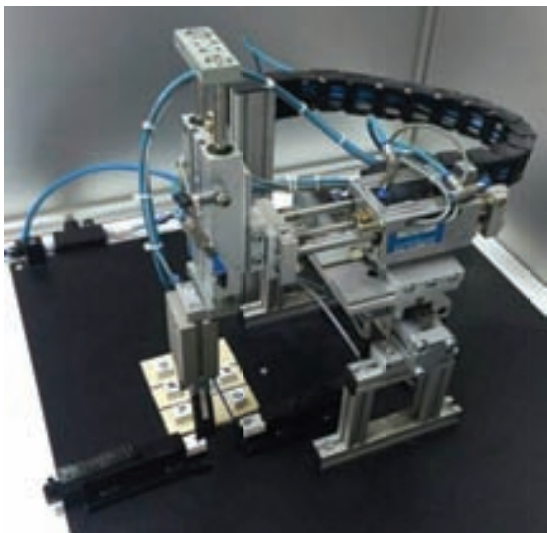
- 32 digitalna ulaza
- 16 digitalnih izlaza
- 1 analogni izlaz
- 3 analogna ulaza
- 1 Ethernet port
- 2 Serijska porta

Pored kontrolera, u sklopu manipulatora se nalaze:

- Pneumatski cilindar bez klipnjače koji radi na linearnom pogonu proizvođača Festo, oznake DGPL-18-100-PPV.

- Linearna pogonska jedinica proizvođača Festo, oznake SLE-16-50-KF-A. Ova linearna jedinica je ključna za manipulator, zato što se njenim korišćenjem ostvaruje sistem sa tri ose.
- Dvoklipni cilindar proizvođača Festo, oznake DPZJ-16-40-P-A.
- Mehanička ugaona hvataljka proizvođača Festo, oznake HGW-25-A.

Na slici 9 je prikazan izgled manipulatora.



Slika 9. Manipulator

Za programiranje PLK-a je korišćen programski paket FST 4.10. Zadatak PLK-a je da izvršava naredbe koje mu šalje Android, to jest da postavi figure na odigrana polja.

Prilikom ostvarivanja komunikacije preko rutera se ne zna koji korisnik šalje podatke serveru, zato je bilo potrebno implementirati neki vid zaštite kako ne bi moglo sa više uređaja da se šalju podaci dok se tekuća igra ne završi, a to je rešeno na sledeći način.

Prilikom konektovanja PLK-a i Androida, Android šalje svoju IP adresu, koju PLK čuva sve dok je uspostavljena konekcija.

Kada korisnik odigra potez Android šalje nove podatke PLK-u, odnosno, šalje koordinate odigranog poteza. PLK zatim upoređuje trenutnu IP adresu sa adresom poslatom prilikom konektovanja i ukoliko se adrese poklapaju PLK dalje izvršava naredbe, u suprotnom čeka na nove podatke ili novu konekciju.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazan detaljan postupak izrade Android aplikacije, prikazan je način na koji je ostvarena TCP/IP komunikacija sa programabilnim logičkim kontrolerom kao i izgled didaktičkog stola.

Upravljanje manipulatorom je bazirano na tome da mobilni uređaj preko Wi-Fi-a šalje komande preko bežičnog rutera PLK-u. PLK zatim vrši čitanje primljenih podataka i izvršava potez, odnosno, postavlja figuru na odigranu poziciju. Aplikacija je jednostavna za razumevanje i zbog svoje jednostavnosti moguće su izmene kao i usavršavanja. Trenutno je aplikacija namenjena samo za jednog korisnika, međutim moguće je usavršiti aplikaciju dodavanjem opcije za dva igrača, sa dva različita mobilna uređaja, ali onda je potrebno implementirati komunikaciju između ta dva uređaja kao i prilagoditi PLK tako da prima podatke od oba uređaja.

6. LITERATURA

- [1] James Steele, Nelson To, Android: izrada aplikacija pomoću paketa Android SDK, Beograd: Mikro knjiga, 2011
- [2] Miroljub Nelica, Upravljanje trofaznim asihronim motorom promenom orijentacije mobilnog uređaja sa Android operativnim sistemom, Master rad, Novi Sad, 2016
- [3] Tomislav Kolarić, Razvoj sistema za nadzor i upravljanje korišćenjem uređaja baziranog na Android operativnom sistemu, Mater rad, Novi Sad, 2011
- [4] <https://developer.android.com/index.html> 12.08.2016. u 08:30h
- [5] <http://docs.oracle.com/javase/tutorial/networking/sockets/> 12.08.2016. u 09:00h
- [6] Materijal sa predavanja, Računarska integracija proizvodnih sistema, Gordana Ostojić
- [7] https://www.festo.com/cms/sr_rs/index.html 12.08.2016. y 11:00h

Kratka biografija:



Georgina Kolarić rođena je 16.04.1992. u Kikindi. Posle završene osnovne škole upisuje srednju školu "Miloš Crnjanski" u Kikindi, smer tehničar za zaštitu životne sredine. Srednju školu završava 2011. godine i iste godine upisuje Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, osek mehatronika, smer mehatronika, usmerenje mehatronika, robotika i automatizacija. Dobija zvanje diplomirani inženjer mehatronike 2015. godine.

ANALIZA TOKOVA MATERIJALA U PROIZVODNOM SISTEMU ANALYSIS OF MATERIAL FLOW IN THE PRODUCTION SYSTEM

Vladimir Varga, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – Projektovanje proizvodnih sistema

Kratak sadržaj – U radu je predstavljena analiza tokova materijala u proizvodnom sistemu. Rad obuhvata prikaz i analizu postojećeg proizvodnog sistema i tokove materijala u tom sistemu kao i analizu i predlog rešenja novog proizvodnog sistema. Tokovi materijala u novom sistemu proizvodnje realizovani su na osnovu analize, izmene i modernizacije starog sistema tokova materijala.

Abstract – The paper presents an analysis flow of material in the production system. The paper includes review and analysis of existing production systems and flows of materials in the system as well as the analysis and solution proposal of a new production system. flows of materials in the new system of production are realized on the basis of the analysis, modification and modernization in the old system flows of materials.

Ključne reči: Tokovi materijala.

1. UVOD

Proizvodnja predstavlja osnovno područje ljudske delatnosti neophodna za zadovoljenje potreba učesnika u procesima rada, radnih sistema i stabilnog razvoja društva u skladu sa utvrđenim ciljevima. Svaki sistem ima svoje ulazne i izlazne veličine. Kod proizvodnih sistema, u ulazne veličine ubrajaju se: materijal, informacije i energija, a izlaz sačinjavaju: informacije o stanju nekog procesa rada i utrošena energija sa jedne strane, te proizvod, materijal i otpad sa druge strane

Osnovne karakteristike proizvodnog sistema su:

- **Kapacitet** (Ke) sistema je maksimalna količina rada vremenski izražena koju dati sistem može da da u određenom vremenu, i
- **Efektivnost** (Es) sistema je verovatnoća da će sistem u najkraćem vremenskom roku startovati, da će pouzdano raditi u projektovanom vremenu bez otkaza i da će se lako i brzo prilagođavati promenama u okruženju.

1.1 Pregled rada

U ovom radu biće predstavljena analiza tokova materijala, kao i predlog primene iste u okviru jednog preduzeća. Analiza obuhvata analizu postojećeg stanja u preduzeću i primenu tokova materijala u trenutnim uslovima, dok predlog izmene obuhvata analizu novog prostora, modernizaciju starog sistema, kao i primenu analiziranih tokova u novom sistemu.

NAPOMENA:

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

2. PRIKAZ PROIZVODNOG SISTEMA

„FRIGO ŽIKA SOKO RUMA” iz Rume je preduzeće koje proizvodi rashladne, termičke, tople i neutralne uređaje za industriju, ugostiteljske i trgovačke objekte. Preduzeće je osnovano 1990. godine, u početku kao mala porodična firma, da bi danas dostiglo nivo preduzeća koje broji oko 150 zaposlenih [8]. Preduzeće je jedan od lidera na tržištu u proizvodnji rashladnih, termičkih, toplih i neutralnih uređaja u Republici Srbiji i regionu.

2.1 Proizvodni program preduzeća

Proizvodni program preduzeća predstavlja široku paletu proizvoda za više različitih oblasti potrošnje i deli se na dva dela: osnovni proizvodni program prema katalogu i proizvodni program koji se izrađuje prema narudžbi.

2.1.1. Osnovni proizvodni program prema katalogu

Osnovni proizvodni program obuhvata proizvodnju rashladnih, termičkih, toplih i neutralnih uređaja.

Rashladni uređaji obuhvataju: zatvorene rashladne vitrine, otvorene rashladne vitrine, rashladne ormance, šankove, rashladne stolove i komore. Termički uređaji obuhvataju: električne, plinske i kombinovane šporete, pećnice, pizza peći, friteze i roštilje. Topli uređaji obuhvataju tople vitrine, gde se ubraja jedna podvrsta pod nazivom Salaš. Neutralni uređaji obuhvataju: radne stolove, neutralne stolove, sudopere, kuhinjske elemente, police i slično.

2.1.2 Proizvodni program koji se izrađuje po narudžbi

- rashladni uređaji
- neutralni uređaji
- termički uređaji.

2.2 Osnovni podaci o proizvodnji i elementi proizvodnje po segmentima

Proizvodnja širokog spektra proizvoda za više različitih oblasti korišćenja fokusirana je na nekoliko osnovnih principa. Sama proizvodnja mora biti organizovana, efikasna, tačna, kvalitetna i brza. Pored ovih principa, cilj je da proizvodnja bude čista koliko je to moguće usled činjenice da se kod obrade materijala dobija dosta otpada.

2.3 Matrice redosleda operacija za svaki pojedinačni proizvod

Prethodno opisani proizvodni program sa redosledom izvođenja operacija za svaki pojedinačni proizvod iz osnovne palete proizvoda predstavljen je preko matrica

redosleda operacija. U radu je prikazan svaki proizvod iz osnovne palete proizvoda u posebnoj matrici, koracima kojima se od početka proizvodnje dolazi do gotovog proizvoda.

3. ANALIZA TOKOVA MATERIJALA

3.1 Teorijske podloge

Uopšteno, oblik tokova materijala zavisi od:

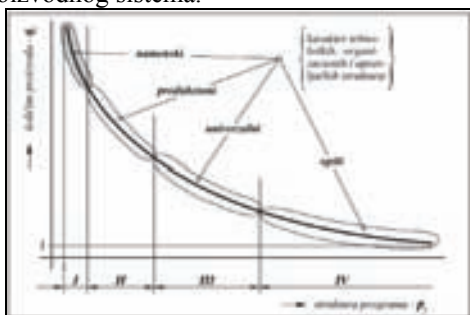
- Organizacije radnog prostora, odnosno oblika radnog prostora i rasporeda radnih prostorija,
- Rasporeda opreme, i
- Rasporeda radnih mesta.

U proizvodnim sistemima, organizacija radnog prostora, raspored opreme i raspored radnih mesta, mogu se projektovati na osnovu:

- organizacija prema procesu
- organizacija prema proizvodu
- kombinovana organizacija.

3.1.1 Program proizvodnje

Skup različitih proizvoda u proizvodnom sistemu predstavlja program proizvodnje, u okviru mogućnosti sistema i vrste proizvoda u zavisnosti od potreba. Program proizvodnje određen je strukturom i količinama, koji predstavljaju osnovne parametre za potrebe istraživanja, projektovanja, organizovanja i upravljanja proizvodnim strukturama. Područje zavisnosti p_j - q_j (Slika 1.) predstavlja osnovnu zavisnost za izbor i određivanje tipa proizvodnog sistema.



Slika 1. Područje zavisnosti p_j - q_j

3.1.2 Osnovni oblici tokova materijala

Kriterijumi za oblikovanje tokova materijala, pokazuju da su tokovi materijala u proizvodnim sistemima u osnovi: prekidnog i neprekidnog karaktera

3.1.2.1 Prekidni tokovi

Prekidni tokovi podrazumevaju tokove karakteristične za područja šireg asortimana i manjih količina proizvoda. Karakteristike veličina prekidnih tokova prema dijagramu prikazanom na Slici 1. su:

- Za područje IV - u najvećem broju slučajeva je različit proizvod
- Za područje III - veliki broj sličnih proizvoda.

3.1.2.2 Neprekidni tokovi

Neprekidni tokovi podrazumevaju tokove karakteristične za područje užeg asortimana i većih količina proizvoda. Karakteristike veličina neprekidnih tokova prema dijagramu prikazanom na Slici 1. su:

- Za područje II: serije sličnih proizvoda, i
- Za područje I: velike serije istih proizvoda.

3.1.3 Prilazi u oblikovanju tokova materijala

U osnovi projektovanja tokova materijala postoje dva prilaza pri oblikovanju tokova materijala koji daju sisteme različitih efekata [7]:

- pojedinačni prilaz, i
- grupni prilaz.

3.1.3.1 Pojedinačni prilaz

Kod ovog prilaza se posmatra svaki proizvod ponaosob, za svaki proizvod se određuje potreban broj elemenata sistema, određuju se postupci rada i projektuju se proizvodni tokovi, odnosno utvrđuje se tehnološki postupak za sve predmete rada.

3.1.3.2 Grupni prilaz

Grupni prilaz je savremeniji od pojedinačnog. Razvijen je na principu sličnosti delova u programima proizvodnje, ograničenog broja oblika i objedinjavanju predmeta rada sličnih karakteristika u operacijsku grupu, odnosno osnovnu jedinicu posmatranja.

3.1.4 Prilazi u projektovanju tokova materijala - razmeštaj radnih mesta

U oblikovanju unutrašnje strukture (razmeštaj radnih mesta) postoje dva prilaza [1]:

- procesni prilaz, i
- predmetni prilaz.

3.1.4.1 Procesni prilaz

Procesni prilaz zasnovan je na grupisanju svih operacija, odnosno tehnoloških sistema iste vrste u istu radnu jedinicu - radionicu.

3.1.4.2 Predmetni prilaz

Predmetni prilaz je savremeniji od procesnog. Zasnovan je na postavljanju struktura proizvodnih sistema na principu organizovanja celina radnih jedinica koje objedinjavaju tehnološke strukture i učesnike u procesu rada potrebne za izradu grupe sličnih predmeta rada utvrdjenih tehnološkim postupkom

3.1.5 Metode grupisanja proizvodnih struktura

Uvođenje grupne tehnologije podrazumeva grupisanje predmeta rada u radne jedinice. Postoje dve metode [6] koje mogu da se primenjuju kako bi se realizovalo grupisanje proizvodnih struktura:

- metoda I - primenjuje se samo u slučajevima jasno definisanog proizvodnog programa, sa velikim brojem sličnih delova.
- metoda II - primenjuje se u slučajevima proizvodnog programa heterogene strukture, ali jasno definisanih procedura postupaka rada

3.2 Metoda II

U ovom radu, koristiće se metoda II koja podrazumeva dva ključna koraka, koji se sastoje od dva dodatna podkoraka [6]: Korak I i korak II.

3.2.1 Utvrđivanje stanja tokova

U cilju izvođenja postupka potrebno je utvrditi, za sve delove iz proizvodnog programa, tok na relaciji ULAZ - IZLAZ proizvodnog sistema. U ovoj fazi tokovi sadrže odeljenja u kojima se određeni deo obrađuje.

U postupku utvrđivanja stanja tokova potrebno je utvrditi oznake odeljenja.

3.2.1.1 Oblikovanje dijagrama toka. Provera uravnoteženja

Dijagram toka, oblikuje se koristeći podatke iz karte učestanosti, tako što se na dijagramu formiraju čvorovi i putanje, kao i smerovi tih putanja. Čvorovi predstavljaju određenu operaciju u određenom odeljenju, ili na određenoj mašini dok putanja i njen smer pokazuju pravac i smer kretanja predmeta rada.

Koristeći kartu učestanosti potrebno je izvršiti proveru uravnoteženja. Uravnoteženje podrazumeva da ulaz i izlaz svakog odeljenja ili operacije mora biti isti po broju delova. Postoje izuzeci, kada broj ulaznih i izlaznih delova nije isti, a to je slučaj kada su u pitanju skladišta i montažna odeljenja.

3.2.1.2 Uprošćavanje dijagrama toka:

Obrada podataka niza procesa pokazuje da postoji velika verovatnoća da je dijagram toka, dobijen na osnovu podataka iz realnog proizvodnog sistema velikog stepena složenosti što inicira potrebu uravnoteženja tokova u smislu uprošćenja.

3.2.1.3 Primarno uprošćenje

Zasniva se na eliminaciji putanja sa niskom učestanošću i eliminaciji povratnih putanja dijagrama toka.

3.2.1.4 Eliminacija izuzetaka

U rezultatu uprošćavanja dijagrama toka javlja se određeni broj putanja koje se ne uklapaju u uprošćeni dijagram - takve je izuzetke potrebno eliminisati.

3.2.2 Analiza grupa

Zadatak druge faze postupka grupisanja je uređenje tokova materijala unutar obradno - montažnih odeljenja proizvodnog sistema, odnosno oblikovanje grupa u smislu da se definiše funkcija kriterijuma u obliku podloga za svaku grupu

3.2.2.1 Utvrđivanje modula:

Analiza grupa je zasniva na oblikovanju određenog broja modula koji predstavljaju grupe delova i obradnih sistema za koje postoji određena verovatnoća da će se ona na kraju naći zajedno u istoj grupi.

3.2.2.2 Inicijalno oblikovanje grupa

Na osnovu podataka o modulima u sistemu, potrebno je kombinovati module u grupe vodeći računa o principima na osnovu kojeg je rađena lista modula, naročito u veličini grupe u smislu:

- broja delova u grupu,
- broja izvršilaca u grupi.

3.3 Analiza tokova u proizvodnom sistemu

3.3.1 Raspored radnih mesta po odeljenjima

Za sve delove iz proizvodnog sistema, prema proizvodnom programu, potrebno je utvrditi tokove na relaciji „ulaz-izlaz“. Tokovi sadrže odeljenja u kojima se određeni delovi obrađuju. U posmatranom proizvodnom sistemu, tokovi materijala su znatno neorganizovani i iz tog razloga potrebno ih je grupisati.

3.3.2 Analiza učestanosti tokova materijala u sistemu

Formiranjem karte učestanosti tokova, koristeći podatke koji se nalaze u tehnološkim kartama dobija se broj ponovaljanja istih putanja u posmatranoj proizvodnji.

3.3.3 Prostorna struktura i raspored transportnih puteva u staroj hali

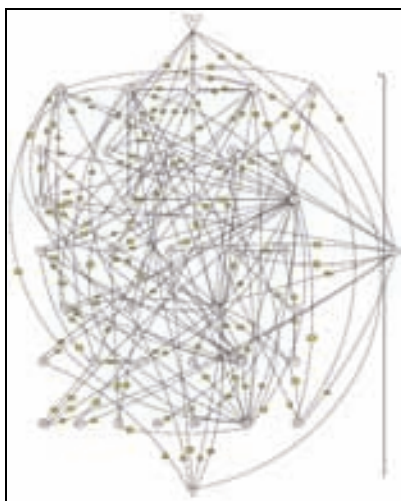
Izgled postojeće (stare) hale *Slika.2* sa svim ulazima, prozorima i izdvojenom pomoćnom prostorijom, kao i mašinama koje se nalaze unutar istih, te transportnim putevima.



Slika 2. Izgled postojeće (stare) hale

Na osnovu karte učestanosti tokova datog sistema prikazan je dijagram tokova na *Slici 3*.

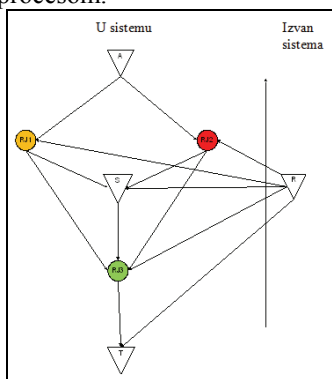
Stvarni dijagram toka materijala predstavlja veoma haotičan sistem, koji nije lako razumeti, te isti organizovati i osavremeniti proces proizvodnje. Samim tim, dijagram je prvo potrebno pojednostaviti i oblikovati.



Slika 3. Dijagram tokova - stanje

3.3.4. Pojednostavljenje dijagrama toka materijala

Dijagram toka materijala je moguće značajno pojednostaviti grupisanjem delova sa istim ili sličnih tehnološkim procesom.



Slika 4. Konačno pojednostavljenje

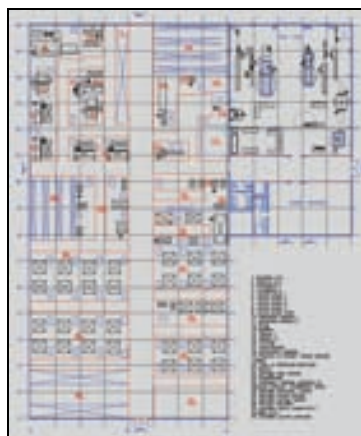
Navedeni postupak je podržan softverskim rešenjem, pomoću kojeg je izvršeno grupisanje delova sa istim tehnološkim postupcima (putanjama) i svođenjem matrice u nekoliko koraka formirane su grupe delova koje pripadaju određenim RJ.

3.3.5 Formiranje RJ

Formiranje RJ biće predstavljeno kroz 4 matrice. Formirane su tri radne jedinice. Prva radna jedinica obuhvata većinu operacija koje podrazumevaju osnovnu obradu. U drugu radnu jedinicu ubrajaju se sve ostale operacije korišćene u proizvodnji, dok se u treću radnu jedinicu ubrajaju operacije montaže i skladištenja.

3.3.6 Analiza toka materijala u novom sistemu

Tokovi materijala u novom sistemu predstavljaju uređene i skladne putanje sa detaljno uređenim tokom. Skladnost i uređenost rasporeda mašina, kao i samih operacija rada, dovela je do pojednostavljenja tokova materijala i, što je mnogo važnije, skraćivanja vremena trajanja procesa proizvodnje. Tok materijala novog sistema (Slika 5.) znatno smanjuje gubitke, a povećava sigurnost i efikasnost sistema. Primenom predloženog rešenja, sistem postaje organizovaniji i efikasniji.



Slika 5. Izgled nove hale

4. ZAKLJUČAK

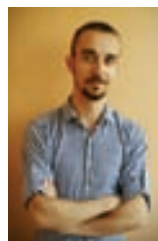
U ovom radu prikazana je analiza tokova materijala, kao i predlog primene iste u okviru preduzeća „FRIGO ŽIKA SOKO RUMA“ iz Rume. Kompletna analiza obuhvatila je analizu postojećeg stanja u preduzeću i tokove materijala u trenutnim uslovima, dok je predlog izmene obuhvatio analizu novog prostora, modernizaciju starog sistema, kao i primenu analiziranih tokova u novom sistemu.

U poređenju sa starim sistemom toka materijala i starim proizvodnim prostorom, novi radni prostor i sistem toka materijala će ubrzati, proširiti i poboljšati proizvodnju, kao i osavremeniti i unaprediti kompletno preduzeće.

5. LITERATURA

- [1] Zelenović, D., (2003.), *Projektovanje proizvodnih sistema*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [2] Zelenović, D., Čosić, I., Maksimović, R., (2003.), *Projektovanje proizvodnih sistema – priručnik za vežbe*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [3] Zelenović, D., Čosić, I., Šormaz, D., *Projekat rekonstrukcije proizvodnih tokova „Krušik“ Valjevo*, Institut za industrijske sisteme, Novi Sad, 2007.
- [4] Internet prezentacija preduzeća „FRIGO ŽIKA“ http://www.frigozika.rs/?gclid=CNWQpOD7ucgCFYnGwodd_ME2Q.

Kratka biografija :



Vladimir Varga rođen je 12.08.1989. u Vrbasu. Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, odsek Mehatronika upisuje 2008. godine. Diplomirao je u oktobru 2012. godine i nakon toga upisuje master akademske studije takođe na Fakultetu tehničkih nauka.

**RAZVOJ SOFTVERA ZA UPRAVLJANJE AUTOMATOM ZA SAMOPOSLUŽIVANJE
PROTEINSKIM ŠEJKOVIMA****DEVELOPMENT OF SOFTWARE TO CONTROL PROTEIN SHAKE VENDING
MACHINE**

Darko Anojčić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – U radu je definisan razvoj softvera za upravljanje automatom za samoposluživanje proteinskim šejkovima. Predstavljena je konstrukcija automata, potreban hardver i detaljnije prikazan softver.

Abstract – The work introduces the development of software to control protein shake Vending machine. After introducing construction of machine and required hardware, the software is present in more details.

Ključne reči: Razvoj softvera, Automat za samoposluživanje

1. UVOD

Automat za samoposluživanje (engl. Vending machine) predstavlja automatsku mašinu koja kupcu, u zamenu za novac, dostavlja stvari poput: hrane, napitaka, cigareta, ... Svrha ovih mašina je da se omogući dostupnost artikala za prodaju na mestima koja rade danonoćno, i na mestima gde ne postoji mogućnost otvaranja prodavnice - poput aerodroma, autobuskih stanica, tržnih centara, u hodnicima kompanija, ... [1].

U okviru ovog rada predstavljeno je rešenje za konstrukciju automata za samoposluživanje proteinskim šejkovima sa svim potrebnim aktuatorima, sensorima i upravljačkom jedinicom. Akcenat je stavljen na razvoj softvera za upravljanje ovakvim sistemom.

2. PROTEINI I PROTEINSKI ŠEJKOVI**2.1. Proteini, masti i belančevine**

Pored vode, belančevine su najzastupljenije materije u telu. Belančevine ili proteini imaju mnogobrojne uloge u organizmu. Nalaze se u svim ćelijama i istovremeno su glavna gradivna komponenta svih ćelija u telu, posebno mišića. Po poreklu, dele se na proteine životinjskog i biljnog porekla [2].

2.1.1. Proteini životinjskog porekla

Esencijalne amino-kiseline se nalaze uglavnom u namirnicama životinjskog porekla. Ove vrste proteina se nazivaju i kompletnim, jer uglavnom sadrže sve esencijalne amino-kiseline. Mogu se naći u mesu (piletina, riba, ...), jajima i mlečnim proizvodima.

2.1.2. Proteini biljnog porekla

Biljne belančevine su manje ili više nekompletne, ali su korisne ukoliko se kombinuju sa životinjskim, jer sadrže mnoge amino-kiseline. Nijedan biljni izvor ne sadrži sve esencijalne amino-kiseline u potpunosti. Ovakva vrsta proteina se nalazi u mahunarkama (grašak, boranija, sočivo), žitaricama, pasulju, orasima, semenkama, sojinim proizvodima.

2.1.3. Proteini u organizmu

Proteini u organizmu se stalno grade i razlažu. Nakon obroka, proteini se razlažu pomoću želudačnih sokova na amino-kiseline. Amino-kiseline se zatim apsorbuju i koriste za izgradnju drugih proteina koji su neophodni organizmu. Adekvatan unos proteina i energije, na dnevnom nivou, osigurava da se ovaj ciklus stalno ponavlja [2, 3].

2.2. Proteinski šejkovi

Moderan način života otežava ljudima da se posvete pravilnoj ishrani. Dugo radno vreme, kao i mnogobrojne obaveze često imaju za posledicu nepravilnu ishranu ili preskakanje obroka, što se loše odražava na organizam čoveka. Ovakav način života vremenom narušava zdravlje čoveka. Gojaznost, šećerna bolest, povišen krvni pritisak, arteroskleroza, srčani udar, moždana kap, rak, alergija i dr. su samo neke od bolesti prouzrokovane ovakvim načinom života [4].

Ukoliko način života iz određenih razloga nije moguće promeniti, upotreba proteinskih šejkova donekle rešava problem.

Preterana upotreba proteinskih šejkova može da ima negativne posledice po organizam, te se stoga preporučuje upotreba u skladu sa uputstvom.

3. PRIPREMA PROTEINSKIH ŠEJKOVA

Ovo poglavlje je posvećeno načinu pripremanja proteinskih šejkova, kao i predstavljanjem jednog od mogućih rešenja za konstrukciju automata za samoposluživanje proteinskih šejkova.

3.1. Analiza problema

Na tržištu postoji više različitih proteinskih šejkova. U zavisnosti od potrebe, koriste se proteinski šejkovi za definiciju, povećanje mišićne mase, ... Način pripremanja je isti za sve šejkove i prilično je jednostavan. Sastojci, koji su u prahu, se u odgovarajućim razmerama dobro promešaju sa vodom ili mlekom, nakon čega je proteinski šejk spreman.

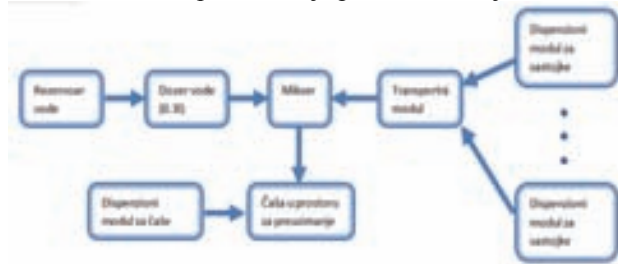
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Gordana Ostojić, van. prof.

3.2. Idejno rešenje

Kao polazna osnova iskorišćen je aparat za samoposluživanje kafom, iz razloga što su sastojci kod ovog aparata, takođe u prahu..

Kada korisnik poruči proteinski šejk, automat za samoposluživanje počinje sa radom tako što prvo izdvoji čašu iz dispENZERA za čaše. Zatim dozira sastojke u određenim razmerama u zavisnosti od izabranog recepta. Ovi sastojci se u mikseru dobro promešaju sa vodom ili mlekom, što naravno zavisi od izabrane opcije. Nakon mešanja, otvara se ventil na dnu miksera i proteinski šejk se sipa u čašu. Kao indikacija da je proteinski šejk spreman, u prostoru za preuzimanje se uključuju diode koje emituju svetlost (LED) i korisnik može da preuzme šejk. Slika 1 prikazuje blok šemu idejnog rešenja automata za samoposluživanje proteinskim šejkovima.



Slika 1. Blok šema idejnog rešenja automata za samoposluživanje

4. PRAKTIČNA REALIZACIJA AUTOMATA ZA SAMOPOSLUŽIVANJE PROTEINSKIM ŠEJKOVIMA

U ovom poglavlju prikazana je konstrukcija automata za samoposluživanje proteinskim šejkovima, zatim navedene su korišćene hardverske komponente potrebne za upravljanje ovakvim sistemom i detaljno je objašnjena logika upravljanja kroz softversko rešenje.

4.1. Konstrukcija automata za samoposluživanje proteinskim šejkovima

Automat za samoposluživanje proteinskim šejkovima sastoji se iz sledećih modula:

- DispENZERNOG modula za čaše;
- DispENZERNOG modula za sastojke;
- Transportni modul;
- Mikser.

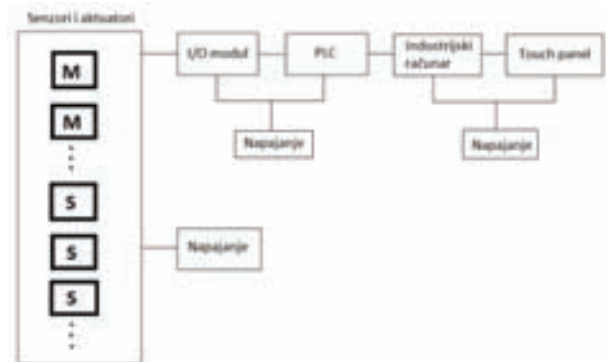
Izgled automata za samoposluživanje proteinskim šejkovima prikazan je na slici 2.



Slika 2. Izgled automata za samoposluživanje proteinskim šejkovima

4.2. Hardverski deo automata za samoposluživanje proteinskim šejkovima

Hardverski deo automata za samoposluživanje proteinskim šejkovima predstavlja skup komponenti potrebnih za upravljanje ovakvim sistemom. Komponente su podeljene po blokovima i prikazane na slici 3.



Slika 3 Blok dijagram automata za samoposluživanje proteinskim šejkovima

Blok senzori i aktuatori predstavlja sve senzore i aktuatore, potrebne za upravljanje ovakvim sistemom.

Potrebni aktuatori:

- Motor za okretanje pužnog prenosnika kod dispENZERNOG modula za sastojke [5];
- Motor za okretanje dela za skladištenje čaša kod dispENZERNOG modula za čaše;
- Motor za razdvajanje čaša kod dispENZERNOG modula za čaše;
- Motor za okretanje pužnog prenosnika kod transportnog modula [5];
- Motor miksera;
- Pumpa za vodu iz rezervoara;
- LED diode, za osvetljavanje prostora za preuzimanje čaša;
- Elektro upravljani leptir ventil, nalazi se ispod miksera;
- Elektroventil dozera za vodu, nalazi se ispod dozera za vodu.

Potrebni senzori:

- Prekidač za vrata, zaustavlja rad čitavog sistema u slučaju da su vrata automata za samoposluživanje otvorena;
- Prekidač koji se koristi kao indikacija prisutnosti čaše u prostoru za razdvajanje čaša kod dispENZERNOG modula za čaše;
- Prekidač koji se koristi za upravljanje motorom za razdvajanje čaša kod dispENZERNOG modula za čaše;
- Prekidač za vagu na kojoj se nalazi dispENZERNOG modul za sastojke;
- Plovak za dozer vode;
- Plovak za rezervoar vode;
- Plovak za rezervoar otpadne vode;
- Optički senzor za indikaciju prisutnosti čaše u prostoru za preuzimanje čaše.

4.3. Softverski deo automata za samoposluživanje proteinskim šejkovima

U softverski deo automata za samoposluživanje proteinskim šejkovima spada:

- Aplikacija razvijena za krajnjeg korisnika;
- Program za upravljanje PLC-om.

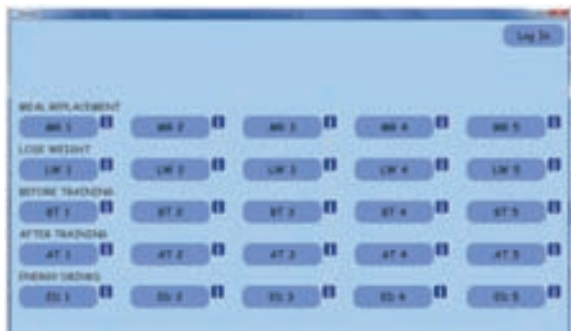
Aplikacija razvijena za potrebe krajnjeg korisnika napisana je u Java programskom jeziku u Neatbeans integrisanom razvojnom okruženju (IDE). Za kreiranje grafičkog interfejsa (GUI) korišćen je JavaFX 2.0 framework [6]. Za pokretanje aplikacije iskorišćen je industrijski računar, iz razloga povećane otpornosti na uticaj sredine [7], kompanije Siemens SIMATIC IPC227D.

Za programiranje PLC-a korišćen je Siemens S7-1200 koji podržava IEC 61131-3 standard. Program za upravljanje PLC-om napisan je Leder dijagramom u TIA Portalu v.13.

Za komunikaciju između aplikacije i PLC-a, korišćena je NoDave open source biblioteka. Ova biblioteka sadrži sve potrebne drajvere za komunikaciju sa Siemens PLC-ima.

4.3.1. Aplikacija za krajnjeg korisnika

Osnovni zahtevi prilikom izrade aplikacije za korisnike bio je da se napravi aplikacija koja će biti jednostavna za korišćenje i dovoljno zanimljiva kako bi privukla korisnike. Početni izgled (prozor) aplikacije može se videti na slici 4.



Slika 4 Početni izgled aplikacije za krajnjeg korisnika

Postoje 25 unapred definisanih recepata, po 5 za svaku kategoriju:

- Zamena za obrok;
- Gubitak težine;
- Pre treninga;
- Posle treninga;
- Energetska pića.

Pritiskom na jedan od unapred definisanih recepata korisnik može da izabere ukus i poruči šejk pritiskom na taster "Make it". Nakon pritiska na dugme "Make it" aplikacija šalje niz informacija PLC-u koji dalje upravlja procesom pripreme proteinskog šejka. Izgled prozora za izbor ukusa i poručivanje šejka prikazan je na slici 5.

Za registrovane korisnike postoji opcija logovanja, pritiskom na taster "Log In". Nakon logovanja, na početnom prozoru se prikazuje deo namenjen za registrovane korisnike. Ovi korisnici imaju mogućnost da sami naprave recept i sačuvaju do 25 recepata za neku buduću upotrebu.



Slika 5 Izgled prozora za izbor ukusa i poručivanje šejka

Pritiskom na taster "Custom" korisnik ima mogućnost da pripremi recept. Izgled prozora za pripremu recepta prikazan je na slici 6. Recept se pravi prevlačenjem sastojaka u čašu.



Slika 6 Izgled prozora za pripremu recepta

4.3.2 Program za upravljanje PLC-om

PLC predstavlja centralno upravljačku jedinicu celog sistema. Na osnovu informacija dobijenih od senzora i aplikacije sa jedne strane, upravlja aktuatorima sa druge. Pri čemu čitav proces pravljenja proteinskog šejka traje približno 1 minut.

PLC kod može da se podeli na dva potpuno nezavisna procesa i kao takvi biće razmatrani u daljem tekstu:

- Proces dopremanja novih čaša;
- Proces pripremanja proteinskog šejka.

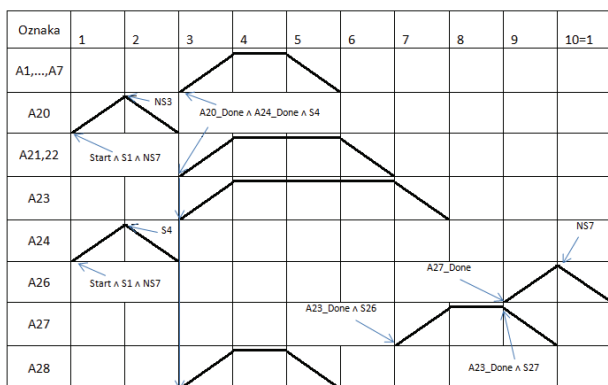
4.3.2.1. Proces dopremanja novih čaša

Ovaj proces se odvija kod dispencionog modula za čaše. Kod ovog modula, jedan mikroprekidač je zadužen za indicaciju prisutnosti čaša u prostoru za razdvajanje čaša. PLC je programiran tako da osluškuje stanje ovog mikroprekidača i kod promene stanja uključi motor za okretanje revolverskog mehanizma u okviru koga se nalaze nove čaše.

Da bi mehanizam napravio pun krug potrebno je 60 sekundi, zbog čega je rad motora ograničen na 60 sekundi. Ukoliko posle 60 sekundi mikroprekidač nije pritisnut, pretpostavlja se da je revolverski mehanizam prazan i PLC isključuje motor.

4.3.2.2. Proces pripremanja proteinskog šejka

Proces pripremanja proteinskog šejka prikazan je put korak dijagramom prikazanog na slici 7.



Slika 7 Put korak dijagram procesa pripremanja proteinskog šejka [8]

Sa dijagrama, prikazanog na slici 7, može da se vidi da se proces pripremanja proteinskog šejka započinje aktuatorima A24 (predstavlja pumpu za vodu iz rezervoara) i aktuatorom A20 (predstavlja motor koji se koristi za izbacivanje nove čaše).

Za njihovo uključivanje potrebno je da je poslat signal za startovanje procesa pripreme (Start), da su vrata automata zatvorena (S1) i da čaša nije prisutna u prostoru za preuzimanje (S7).

U okviru dozera za vodu nalazi se plovak (S4) koji se koristi za isključivanje pumpe.

Nakon ovog koraka uključuju se motori transportnog modula (A21, A22), motor miksera (A23), elektroventil dozera za vodu (A28) i motori dispzionih modula za sastojke (A1, ..., A7). Motori transportnog modula su vremenski upravljani i vreme rada ovih motora se računa po sledećoj formuli:

$$T_{transportera} = \max(time1Int, \dots, time7Int) + 10s$$

Pri čemu $time1Int, \dots, time7Int$ predstavljaju vremena rada motora dispzionih modula za sastojke. Rad motora miksera je takođe vremenski upravljani. Isključuje se 10 sekundi nakon motora transportnog modula. Nakon isključenja motora miksera, uključuje se motor za otvaranje leptir ventila kod miksera (A27). Otvaranjem ovog ventila, gotov proteinski šejk se sipa u čašu.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisano je jedno od mogućih rešenja automata za samoposluživanje proteinskim šejkovima. Kao i svako izabrano rešenje, i ovo ima svoje prednosti i mane.

Prednost ovog rešenja vidi se u upotrebi industrijske opreme, koja garantuje pouzdan rad sistema u uslovima visoke koncentracije praškaste materije u vazduhu. Izabran PLC je modularan, što omogućava dodavanje dodatnih modula (GPRS, I/O, ...).

Kao mana ovog rešenja može da se navede upotreba JavaFX 2.0 framework-a. U trenutku izrade softvera ovaj framework nije podržavao višenitno programiranje, zbog čega je čitava aplikacija napisana u jednoj niti. Konkretno to znači da postoji mogućnost da se aplikacija u nekom trenutku u potpunosti zaledi. Primer ovog nedostatka može da se vidi kada korisnik klikne na dugme „Make it“. U tom trenutku aplikacija ostvaruje konekciju sa PLC-om i šalje niz poruka koje sadrže informacije na osnovu kojih PLC kod odlučuje koje motore da pokrene i na koliko sekundi. Slanje poruka traje nekoliko sekundi i za to vreme interakcija korisnika sa aplikacijom je onemogućena upravo zbog navedenog nedostatka.

Preporuka za dalji razvoj je svakako umrežavanje mašina preko interneta. Ovo bi omogućilo registrovanim korisnicima pristup automatima sa samo jednim nalogom bilo gde u svetu. Odnosno, primera radi kreiranje recepta na jednom automatu i zatim pristup kreiranim receptima na drugom.

6. LITERATURA

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Vending_machine
- [2] <http://ananutricionista.com/proteini-masti-i-belancevine/>
- [3] http://www.vasnutricionista.com/?page_id=29
- [4] http://www.ringeraja.rs/clanak/bolesti-kao-posledica-nepravilne-ishrane_23.html
- [5] <http://www.servotrade.it/documenti//ET-CGM%20-%20Servotrade.pdf>
- [6] <http://javafx.steveonjava.com/javafx-and-spring-day-1/>
- [7] <http://mehatronika.gomodesign.rs/industrijski-racunari-istine-i-zablude/>
- [8] Stevan Stankovski, Gordana Ostojić: *Zbirka rešenih zadataka iz Programiranja i primene programabilnih logičkih kontrolera*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, 2009.

Kratka biografija:



Darko Anojić rođen je u Novom Sadu 1987. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronika, robotika i automatizacija odbranio je 2016. god.

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2015. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Duško Bekut	Milan Rackov	Slavko Đurić
Aleksandar Erdeljan	Đorđe Ćosić	Milan Rapajić	Slobodan Dudić
Aleksandar Ristić	Đorđe Lađinović	Milan Simeunović	Slobodan Krnjetin
Bato Kamberović	Đorđe Obradović	Milan Trifković	Slobodan Morača
Biljana Njegovan	Đorđe Vukelić	Milan Trivunić	Sonja Ristić
Bogdan Kuzmanović	Đura Oros	Milan Vidaković	Srđan Kolaković
Bojan Batinić	Đurđica Stojanović	Milena Krklješ	Srđan Popov
Bojan Lalić	Emil Šećerov	Milica Kostreš	Srđan Vukmirović
Bojan Tepavčević	Filip Kulić	Milica Miličić	Staniša Dautović
Bojana Beronja	Goran Sladić	Milinko Vasić	Stevan Milisavljević
Branislav Atlagić	Goran Švenda	Miloš Slankamenac	Stevan Stankovski
Branislav Nerandžić	Gordana	Miloš Živanov	Strahil Gušavac
Branislav Veselinov	Milosavljević	Milovan Lazarević	Svetlana Nikoličić
Branislava Kostić	Gordana Ostojić	Miodrag Hadžistević	Tanja Kočetov
Branislava	Igor Budak	Miodrag Zuković	Tatjana Lončar
Novaković	Igor Dejanović	Mirjana Damjanović	Turukalo
Branka Nakomčić	Igor Karlović	Mirjana Malešev	Todor Bačkalić
Branko Milosavljević	Ilija Kovačević	Mirjana Radeka	Toša Ninkov
Branko Škorić	Ivan Beker	Mirko Borisov	Uroš Nedeljković
Cvijan Krsmanović	Ivan Župunski	Miro Govedarica	Valentina Basarić
Damir Đaković	Ivana Katić	Miroslav Hajduković	Velimir Čongradec
Danijela Lalić	Ivana Kovačić	Miroslav Plančak	Velimir Todić
Darko Čapko	Jasmina Dražić	Miroslav Popović	Veljko Malbaša
Darko Marčetić	Jelena Atanacković	Mitar Jocanović	Veran Vasić
Darko Reba	Jeličić	Mladen Kovačević	Veselin Avdalović
Dejan Ubavin	Jelena Borocki	Mladen Radišić	Veselin Perović
Dragan Ivanović	Jelena Kiurski	Momčilo Kujačić	Vladan Radlovački
Dragan Ivetić	Jelena kovačević	Nađa Kurtović	Vladimir Katić
Dragan Jovanović	Jureša	Nebojša Pjevalica	Vladimir Radenković
Dragan Kukolj	Jelena Radonić	Neda Pekarić Nađ	Vladimir Strezoski
Dragan Mrkšić	Jovan Petrović	Nemanja	Vladimir Škiljajica
Dragan Pejić	Jovan Tepić	Stanisavljević	Vlado Delić
Dragan Šešlija	Jovan Vladić	Nenad Katić	Vlastimir
Dragana Bajić	Jovanka Pantović	Nikola Brkljač	Radonjanin
Dragana	Karl Mičkei	Nikola Đurić	Vuk Bogdanović
Konstantinović	Katarina Gerić	Nikola Jorgovanović	Zdravko Tešić
Dragana Šarac	Ksenija Hiel	Nikola Radaković	Zoran Anišić
Dragana Štrbac	Laslo Nađ	Ninoslav Zuber	Zoran Brujic
Dragi Radomirović	Leposava Grubić	Ognjen Lužanin	Zoran Jeličić
Dragiša Vilotić	Nešić	Pavel Kovač	Zoran Mijatović
Dragoljub Novaković	Livija Cvetičanin	Peđa Atanasković	Zoran Milojević
Dragoljub Šević	Ljiljana Vukajlov	Petar Malešev	Zoran Mitrović
Dubravka Bojanić	Ljiljana Cvetković	Predrag Šiđanin	Zoran Papić
Dušan Dobromirov	Ljubica Duđak	Radivoje Rinulović	Željken Trpovski
Dušan Gvozdenac	Maja Turk Sekulić	Rado Maksimović	Željko Jakšić
Dušan Kovačević	Maša Bukurov	Radovan Štulić	
Dušan Sakulski	Matija Stipić	Rastislav Šostakov	
Dušan Uzelac	Milan Kovačević	Slavica Mitrović	