

**VIII međunarodni naučno-stručni skup**

**Informacione Tehnologije za e-Obrazovanje**

**ITeO 2016**  
30.9 - 1.10.

[www.iteo.rs.ba](http://www.iteo.rs.ba)



FAKULTET INFORMACIONIH TEHNOLOGIJA  
COLLEGE OF INFORMATION TECHNOLOGIES

# ZBORNIK RADOVA PROCEEDINGS

Banja Luka, 30. 9 - 1. 10. 2016.

POKROVITELJI KONFERENCIJE

AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI REPUBLIKE SRPSKE,  
MINISTARSTVO PROSVJETE I KULTURE REPUBLIKE SRPSKE I  
MINISTARSTVO NAUKE I TEHNOLOGIJE REPUBLIKE SRPSKE



Alternativna televizija

**NEZAVISNE**  
*novine*

Nezavisne novine

ORGANIZATOR

**PANEVROPSKI UNIVERZITET  
APEIRON  
УНІВЕРСИТЕТ**

za multidisciplinarnu i virtualnu studiju  
Pan-European University for Multidiscipline & Virtual Studies

Banja Luka

*univerzitet evropskih znanja*

**PANEVROPSKI** **APEIRON** **UNIVERZITET**  
**УНІВЕРСИТЕТ**  
**BANJA LUKA**

**VIII međunaroni naučno-stručni skup Informacione Tehnologije  
za e-Obrazovanje**

**ITeO**

**ZBORNİK RADOVA  
PROCEEDINGS**

UREDNICI:  
**GORDANA Radić**  
**ZORAN Ž. Avramović**

POKROVITELJI KONFERENCIJE:  
**AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI REPUBLIKE SRPSKE,**  
**MINISTARSTVO PROSVJETE I KULTURE REPUBLIKE**  
**SRPSKE I MINISTARSTVO NAUKE I TEHNOLOGIJE**  
**REPUBLIKE SRPSKE**

30. 9 – 1. 10. 2016.  
Banja Luka

**PANEVROPSKI** **APEIRON** **UNIVERZITET**  
**УНІВЕРСИТЕТ**

**BANJA LUKA**

VIII međunarodni naučno-stručni skup  
**Informacione Tehnologije za e-Obrazovanje**  
**ZBORNİK RADOVA**

**Urednici:**

Prof. dr GORDANA Radić  
Prof. dr ZORAN Ž. Avramović

**Izdavač:**

Panevropski univerzitet "APEIRON", Banja Luka, godina 2016.

**Odgovorno lice izdavača:**

DARKO Uremović

**Glavni i odgovorni urednik izdavača:**

Dr ALEKSANDRA Vidović

**Tehnički urednik:**

SRETKO Bojić

**Štampa:**

CD izdanje

**Tiraž:**

200 primjeraka

**EDICIJA:**

Informacione tehnologije - **Information technologies**

Knjiga br. 20

ISBN 978-99955-91-96-0

Radove ili dijelove radova objavljene u štampanom izdanju nije dozvoljeno preštamovati, bez izričite saglasnosti Uredništva. Ocjene iznesene u radovima i dijelovima radova lični su stavovi autora i ne izražavaju stavove Uredništva ili Izdavača.

**PANEVROPSKI** **APEIRON** **UNIVERZITET**  
**УНЕВРОП**  
**BANJA LUKA**

POČASNI ODBOR:

**Akademik prof. dr Rajko Kuzmanović**  
**Dr Dane Malešević**, *ministar prosvjete i kulture RS*  
**Prof. dr Jasmin Komić**, *ministar nauke i tehnologije RS*  
**Prof. dr Esad Jakupović**, *rektor Panevropskog univerziteta APEIRON*  
**Mr Siniša Aleksić**, *direktor Panevropskog univerziteta APEIRON*  
**Darko Uremović**, *predsjednik Upravnog odbora Panevropskog univerziteta APEIRON*

NAUČNI ODBOR:

**Prof. dr Dušan Starčević**, *redovni član Akademije inženjerskih nauka Srbije, predsjednik*  
**Prof. dr Zoran Ž. Avramović**, *potpredsjednik, Akademik Ruske akademije transportnih nauka, Akademik Ruske akademije prirodnih nauka, Akademik Ruske akademije elektrotehničkih nauka, Redovni član Inženjerske akademije Srbije*  
**Prof. dr Emil Jovanov**, *University of Alabama in Huntsville, USA*  
**Prof. dr Leonid Avramović Baranov**, *MGU – MIIT, Moskva, Rusija*  
**Prof. dr Dragica Radosav**, *Tečnički fakultet, Zrenjanin, Srbija*  
**Prof. dr Gordana Radić**, *Pan-European University Banja Luka, BiH*  
**Prof. dr Branko Latinović**, *Pan-European University Banja Luka, BiH*  
**Prof. dr Zdenka Babić**, *University of Banja Luka, BiH*  
**Prof. dr Vojislav Mišić**, *Ryerson University, Toronto, Canada*  
**Prof. dr Patricio Bulić**, *Univerzitet u Ljubljani, Slovenija*  
**Prof. dr Valery Timofeevič Domansky**, *Harkov, Ukrajina*  
**Prof. dr Lazo Roljić**, *Pan-European University Banja Luka, BiH*

RECEZENTSKI ODBOR:

**Prof. dr Dušan Starčević**, *predsjednik*  
**Prof. dr Zoran Ž. Avramović**  
**Prof. dr Dragica Radosav**  
**Prof. dr Gordana Radić**

ORGANIZACIONI ODBOR:

**Gordana Radić**, *predsjednik*  
**Lana Vukčević**, **Siniša Kljajić**, **Momčilo Đukić**, **Dražan Marinković**, **Marijana Petković**,  
**Sretko Bojić**, **Siniša Tomić**, **Radovan Vučenović**

## SADRŽAJ:

DA LI OBRAZOVANJE TREBA IZMJESTITI U KLAUD? .....	6
<i>Sanja Bauk</i> SHOULD THE EDUCATION BE MOVED INTO THE CLOUD?	
ISTRAŽIVANJE POBOLJŠANJA KVALITETA NASTAVNOG PROCESA U VISOKOŠKOLSKOJ USTANOVI NA OSNOVU POTREBA I OČEKIVANJA STUDENATA KAO KORISNIKA USLUGE .....	23
<i>Dragutin Jovanović, Dragana Rošulj, Aleksandra Nastasić</i>	
UTICAJ INDEKSA FELDEROVIH STILOVA UČENJA NA USVAJANJE INFORMACIJA KROZ E-LEARNING.....	31
<i>Željko Pekić, Srđan Jovanovski</i> THE IMPACT OF INDEX FELDER LEARNING STYLES FOR ADOPTION INFORMATION THROUGH E-LEARNING	
IMPLEMENTATION OF FACEBOOK FOR COMMUNICATION AND LEARNING IN HIGHER EDUCATION .....	38
<i>Miloš Papić, Nebojša Stanković, Marija Blagojević</i>	
PRIMJENA DOKUMENT ORIJENTISANIH BAZA PODATAKA NA SKLADIŠTENJE SENZORSKIH PODATAKA .....	44
<i>Dejan Radić</i> APPLICATION OF DOCUMENT ORIENTED DATABASES ON SENSOR DATA STORAGE	
УПОТРЕБА ПЛЈАТФОРМЕ ЗА Е-УЧЕЊЕ У ОБУЦИ КОНТРОЛПОРА ЛЕТЕЊА .....	50
<i>Зоран Б. Рибарић, Зоран Ж. Аврамовић</i> USING OF THE PLATFORM FOR E-LEARNING IN TRAINING AIR TRAFFIC CONTROLLERS	
IMPLEMENTACIJA LEKCIJE EVIDENCIJA KAPITALA U MOODLE SISTEM .....	60
<i>Željko Stanković, Ljiljana Tešmanović, Irena Brajović</i>	
KVIZ ZNANJA – SAVREMENA NASTAVNA METODA U PRVOM CIKLUSU OSNOVNOG OBRAZOVANJA .....	67
<i>Branislav Ranđelović, Dragana Stanojević, Željko Stanković</i>	
NEFUNKCIONALNO TESTIRANJE WEB APLIKACIJA .....	73
<i>Ksenija Živković, Ivan Milenković, Dejan Simić</i> NON-FUNCTIONAL WEB APPLICATION TESTING	
PREPOZNAVANJE RUKOM PISANIH BROJEVA KORIŠĆENJEM NEURONSKIH MREŽA .....	83
<i>Sofija Krneta, Uroš Šošević, Dušan Starčević</i>	
NEKI ASPEKTI REVIZIJE INFORMACIONIH SISTEMA U JAVNOJ UPRAVI BOSNE I HERCEGOVINE .....	90
<i>Dalibor Drljača, Branko Latinović</i> SOME ASPECTS OF AUDIT OF PUBLIC ADMINISTRATION'S INFORMATION SYSTEMS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA	
ULOGA I ZNAČAJ DIGITALNOG POTPISA U POSLOVNOJ KOMUNIKACIJI.....	97
<i>Tijana Talić</i>	
EVROPSKA ISKUSTVA U UPRAVLJANJU PROMJENAMA NA IT PROJEKTIMA .....	102
<i>Dejan Majkić</i> THE EUROPEAN EXPERIENCES IN CHANGE MANAGEMENT IN IT PROJECTS	
IZVORI NAPAJANJA NA UREĐAJIMA U BEŽIČNIM SENZORSKIM MREŽAMA .....	109
<i>Danko Jotanović</i>	

E-UČENJE U FUNKCIJI POBOLJŠANJA POSLOVNIH I EKOLOŠKIH PERFORMANSI ORGANIZACIJA .....	116
<i>Veljko Đukić, Biljana Đukić</i>	
E-LEARNING IN FUNCTION OF IMPROVEMENT OF BUSINESS AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE ORGANISATION	
UČENJE NA DALJINU NA PANEVROPSKOM UNIVERZITETU “APEIRON”, BANJA LUKA - LEARNING CUBES 4.0 I NA LAGUARDIA COMMUNITY COLLEGE-U, NJUJORK – BLACKBOARD .....	124
<i>Jaroslav Lupačov</i>	
THE SYSTEMS OF DISTANCE LEARNING AT PAN-EVROPEAN UNIVERSITY “APEIRON”, BANJA LUKA - LEARNING CUBES 4.0 AND OF LAGUARDIA COMMUNITY COLLEGE, NJUJORK BLACKBOARD	
UČENJE UZ POMOĆ ELEKTRONSKOG MATERIJALA NA PRVOJ EDUKATIVNOJ PLATFORMI U BOSNI I HERCEGOVINI .....	138
<i>Adin Begić</i>	
POVEĆANJE PRODUKTIVNOSTI U ZAVODU “DR MIROSLAV ZOTOVIĆ” PRIMENOM ALATA OFFICE 365 .....	147
<i>Boris Talić</i>	
<b>STUDENSKI OKRUGLI STO</b>	
TEHNIKE ZA KLASTERIZACIJU U BEŽIČNIM SENZORSKIM MREŽAMA .....	153
<i>Goran Đukanović, Goran Popović</i>	
WIRELESS SENSOR NETWORKS FOR MONITORING LIVING AND WORKING CONDITIONS .....	170
<i>Nikola Petrov, Dalibor Dobrilović, Nikola Mirosavljev, Nebojša Grujić</i>	
MODELING SENSOR DATA IN COMPLEX HIERARCHICAL WIRELESS SENSOR NETWORKS .....	177
<i>Nikola Mirosavljev, Nikola Petrov, Nebojša Grujić</i>	
RAZVOJ BEŽIČNE SENZORSKE STANICE BAZIRANE NA TEXAS INSTRUMENTS MSP430 PLATFROMI.....	184
<i>Nebojša Grujić, Nikola Mirosavljev, Nikola Petrov, Dalibor Dobrilović</i>	
LEACH PROTOKOL RUTIRANJA U BEŽIČNIM SENZORSKIM MREŽAMA .....	192
<i>Dragana Danilov, Nikola Matković</i>	
LEACH ROUTING PROTOCOL IN WIRELESS SENSOR NETWORKS	
BEŽIČNE SENZORSKE MREŽE ZA NADZOR BAZIRANE NA OPEN-SOURCE HARDVERU .....	200
<i>Milan Malić, Dalibor Dobrilović, Dragica Radosav</i>	
WIRELESS SENSOR NETWORKS FOR SURVAILLANCE BASED ON OPEN-SPURCE HARDWARE	
DIFFERENCES IN PERFORMANCE FOR WIRELESS SENSOR NETWORK CLUSTERING TECHNIQUES .....	207
<i>Aleksandar Vlaškalić, Uroš Gmizić</i>	



## DA LI OBRAZOVANJE TREBA IZMJESTITI U KLAUD?

**Sanja Bauk**

*Univerzitet Crne Gore, Pomorski fakultet u Kotoru*

**Apstrakt:** *Budući da na naslovno pitanje nije jednostavno dati jednoznačan odgovor, tekst koji slijedi treba prije prihvatiti kao eksperiment ili ogled, nego kao naučno-istraživački rad u klasičnom smislu. Sadržaj je organizovan u tri cjeline: (a) u prvom dijelu, dat je osvrt na neka iskustava autora kao istraživača i predavača po ovom pitanju; (b) u drugom dijelu, akcentat je stavljen na digitalnu podjelu, budući da ona u velikoj mjeri utiče na ovo pitanje. Takođe, dat je pregled (potencijalnih) primjena interneta stvari, kao novog vida digitalne podjele, koji će nesumnjivo povećati disbalans između onih koji imaju i onih koji nemaju pristup savremenim ICT mogućnostima; (c) u trećem dijelu, predložen je model za prilagođavanje obrazovanja klaud okruženju u sredinama koje su, uslovno rečeno, u razvoju i koje na određeni način trpe posljedice digitalne podjele. Na posljetku je dat kratak zaključak i neke smjernice za dalja istraživanja.*

**Ključne riječi:** *obrazovanje, digitalna podjela, model za prilagođavanje klaudu, sredine u razvoju*

### 1. UVOD KROZ PRIZMU LIČNIH ISKUSTAVA

Danas je obrazovanje dobrim dijelom već izmješteno u klaud. Ali bez obzira na to, postoji još uvijek potreba za ljudskim susretom u javnom obrazovnom, odnosno, akademskom prostoru u cilju razmjene iskustava i sticanja novih (sa)znanja. Jedan primjer te vrste je i ova Konferencija.

(i) Ako pitanje: “Da li obrazovanje treba izmjestiti u klaud?”, postavim sebi kao istraživaču, moram priznati da se ja već decenijama obrazujem pretežno zahvaljujući klaud resursima i to onima koji su za sada *free of charges*, ili besplatni. Drugim riječima, koristim ono što mi je dostupno. U slobodnom vremenu i dalje čitam knjige u klasičnom smislu te riječi, ali to se može smatrati hobijem. Za porebe profesionalnog usavršavanja, na neki način sam primorana da trigram po internetu za onim ono što me zanima i što mi u datim okolnostima treba. Više bih voljela da imam dostupna najnovija izdanja vodećih stručnih časopisa i knjiga, ali to nažalost nije slučaj. Tako da moram, sticajem (ne)prilika, da se snalazim u *džungli* sadržaja koje web nudi. Može se na web-u dosta toga korisnog pronaći, ako je čovjek zainteresovan i uporan, ali daleko od toga da je to, po mom sudu, idealan vid sticanja novih (sa)znanja.

(ii) Ako ovo pitanje postavim sebi kao predavaču na Pomorskom fakultetu u Kotoru, u Crnoj Gori, onda je odgovor znatno drugačiji. Naime, prije par godina sam uložila prilično vremena i truda da priprelim, snimim i prilagodim eksportovanju na internet video materijale za studente nautike. Ti materijali su se odnosili na teorijske osnove i elemente korišćenja ECDIS-a (Electronic Chart Display and Information System, eng.),

kao savremenog ICT navigacionog alata, koji će najvjerovatnije u budućnosti biti primaran u kontekstu e-navigacije i pomorskog klada. Po mojoj procjeni, ti instrukcioni video materijali su bili sadržajno i tehnički sasvim solidni. Međutim, nakon određenog vremena, broj pristupa/posjeta tim istim materijalima od strane studenta, bio je veoma mali. S druge strane, moram da kažem, da većina studenata redovno dolazi na moja predavanja i s pažnjom ih prati. Zaključujem da studenti u Kotoru više vole da čuju gotove odgovore, nego da ih sami traže, jer su prosto na takav pristup u obrazovanju navikli u osnovnoj i srednjoj školi. Niko ih nije naučio da sami postavljaju pitanja i traže odgovore. Niko ih nije zainteresovao za tako nešto.

(iii) Ako, sada, isto pitanje postavim sebi kao nekome ko je u dva navrata, po par mjeseci, učestvovao u izvođenju nastave na Lund Univerzitetu u Švedskoj, onda je odgovor negdje na sredini između ova dva prethodna. Nastavnik na Fakultetu u Lundu je uporedo i istraživač (to se podrazumijeva), putuje po svijetu, snabdijeva se knjigama u Njujorku, Berlinu, Sidneju, redovno dobija časopise koje je izabrao u svoje poštansko sandučće, čita puno, posjećuje vodeće konferencije u svijetu u svojoj oblasti, ali je na predavanjima u drugom planu. On preporuča literaturu na početku semestra, tj. nova, važna izdanja knjiga u odnosnoj oblasti po njegovoj procjeni, a onda postavlja pitanja i studenti samostalno i u grupama traže odgovore, kao i načine na koje će te odgovore što bolje i uvjerljivije predstaviti nastavniku i drugim studentima, svojim kolegama. Nastavnik je tu da ih sasluša i da svoje kritičko mišljenje, tj. da ih pohvali, ukaže na ono što je moglo biti bolje i da ponekad (oštro) kritikuje ono što smatra da nije dobro. Nakon toga studenti pišu asajmente, ili svoje radove, na temu koju sami odaberu na fonu predmeta i nastavnik ih potom ocjenjuje. U međuvremenu, dakle, u toku semestra, nastavnik održi svega 3-4 eks-katedra predavanja i organizuje 2-3 gostujuća predavanja. Gostujući predavači nisu nužno iz akademije, tj. mogu biti stručnjaci iz privrede (obično vodećih kompanija u oblasti).

Naravno, neki vid opštijeg zaključka bi se mogao izvesti tek na bazi većeg skupa individualnih iskustava ovoga tipa, a analiza bi mogla da bude bazirana na raznim vidovima obrazovanja (formalno: osnovno, srednješkolsko, dodiplomsko, postdiplomsko; neformalno; cjeloživotno i sl.) i klada okruženju, u različitim društveno-ekonomskim i kulturološkim sredinama. Tu bi svakako trebalo uključiti mogućnosti pristupa ICT resursima, njihovo korišćenje, zdravstveno i imovinsko stanje korisnika, društveni status, starosnu dob, rod i sl. U istraživanje bi trebalo uključiti i tzv. *non-user-e*, tj. one koji svjesno odbijaju da koriste nove tehnologije.

U svijetu danas postoje tehnološki visoko razvijene zemlje (npr. zemlje Sjeverne Amerike i Kanada, neke zemlje Evrope, Japan, Australija i dr.), one koje su u ekspanzivnom (vidnom) razvoju (npr. Kina i Indija) i one koje su uslovno rečeno u razvoju ili zemlje trećeg i četvrog svijeta (npr. sub-saharska Afrika, neke zemlje Južne Amerike, neke azijske zemlje, neke zemlje Balkana i dr.). Naravno da se stepen ekonomskog i tehnološkog razvoja direktno odražava na nivo obrazovanja, kao i na nivo digitalne podjele. Radi se o jednom, u uzročno-posljedičnom smislu zatvorenom sistemu, pri čemu je potreban poseban napor da se savladaju neke barijere i naprave pozitivni iskoraci. Ne samo da postoji veliki disbalans po pitanju nivoa obrazovanja i postignuća u korišćenju ICT mogućnosti između onih u većoj i manjoj mjeri (ne)razvijenih, nego i unutar samih granica onih najrazvijenijih država u Evropi i svijetu [1].

## 2. DIGITALNA PODJELA: DOSTUPNOST I KORIŠĆENJE ICT-A

Na Svjetskom samitu za informaciono društvo UN-a [2], iznijeto je da je globalni izazov novog milenijuma, uspostavljanje društva „u kome će svi moći da kreiraju informacije i znanje, pristupe im, koriste ih i razmjenjuju, što će omogućiti pojedincima, zajednicama i nacijama da ostvare puni potencijal u smislu promovisanja sopstvenog održivog razvoja i poboljšanja kvaliteta života.“ S druge strane, postojanje digitalnog disbalansa između i unutar država, predstavlja glavnu prepreku u ostvarivanju ICT potencijala. Digitalni disbalans, ili digitalna podjela, određuje se kao „postojanje razlika kada su u pitanju pojedinci, domaćinstva, poslovne i geografske regije, na različitim socio-ekonomskim nivoima, u mogućnosti pristupa ICT resursima i korišćenju interneta u različite svrhe.“ [3]

Bez obzira na brojne prednosti koje ICT mogu da donesu, ne dovodi sve što je vezano za njih do pozitivnih ishoda. Ideja da će ICT stvoriti jedan novi svijet neograničenih mogućnosti, oslobođen od uticaja problematičnih socio-kulturoloških aspekata: rase, starosne dobi, roda, geografskog porijekla, standarda življenja i sl., pokazala se kao utopija [4]. Dodatno, ICT su *iznevjerile* brojna obećanja koja su prvobitno dale [5;6]:

- Nisu smanjile jaz između bogatih i siromašnih. Naprotiv, preme nekim statistikama trenutno 1% svjetske populacije raspolaže sa preko 50% svjetskog bogastva;
- Sve je više sirotinjskih naselja, ili tzv. *crnih rupa* socijalno isključenih, u velikim svjetskim metropolama;
- Osim što su iznevjerile obećanje ekonomskog blagostanja, ICT su iznevjerile *green* koncept. Primjera radi, ITC uređaji su najveći potrošači energije po jedinici površine koju zauzimaju;
- Ne da je koncept *green* iznevjeren, već je iznevjeren i onaj *paperless office*. Godine, 2013. u svijetu se potrošilo 400 miliona tona papira, a procjenjuje se da će potrošnja do 2025. godine, porasti na 500 milina tona;
- Godišnje se u svijetu odlaze 20-50 miliona tona e-otpada, od čega samo oko 12% ispravno. Ostalo se transportuje ilegalno i nepropisno odlaze u zemlje trećeg i četvrog svijeta;
- Uprkos propagiranju naglog industrijskog razvoja baziranog na ICT inovativnim rješenjima, preovlađuju naučno zasnovane tvrdnje o neodrživosti savremenog načina življenja zbog sve izraženijih klimatskih promjena (povećanog obima padavina, porasta nivoa mora, ogromanih prostranstava zagađenog zemljišta, okiseljavanja okeana i dr.);
- Pored ekonomskih i ekoloških problema, ne može se zaobići ni problem kiber kriminala, koji je u porastu. Kriminalci sve češće koriste brzinu, udobnost i anonimnost interneta za širok spektar kriminalnih radnji koje ne poznaju granice, bilo fizičke, bilo virtualne i tako izazivaju ozbiljne štete;
- Umjesto propagiranog lagodnijeg života u informatičkoj eri, paradoksalno, ljudi su sve više izloženi pritisku da rade kao mašine;
- Prisutan je i problem stvarnog međuljudskog kontakta, postvarenim komunikacijama putem društvenih mreža u hiperkonektovanom društvu. Sve je više onih koji boluju od različitih vidova zavisnosti od interneta;
- U realizaciji ideje tzv. *human-centric* računarstva, tj. ICT rješenja koja čovjeka i njegove potrebe stavljaju u prvi plan, kroz razvijanje intuitivnih interfejsa sa jednostavnom navigacijom, takođe, ima brojnih propusta koji se nastoje riješiti

- putem tzv. *testbeds*, eng., ili testova u konkretnim situacijama;
- Kada je u pitanju obrazovanje, bez obzira na mogućnosti pristupa brojnim i obimnim otvorenim repozitorijumima instrukcionih materijala na internetu, pitanje je da li više informacija generiše više znanja, ili naprotiv, stvara konfuziju i smanjuje jasnoću, itd.

Sa razvojem ICT, postalo je jasno, istraživačima i političarima, da pristup i korišćenje ICT resursa ne može biti univerzalan i trenutani. Tu je i nastao termin digitalne podjele. Američko Ministarstvo trgovine je digitalnu podjelu vrlo pojednostavljeno odredilo kao [7]: „podjelu između onih koji imaju pristup novim tehnologijama i onih koji ga nemaju.“

## 2.1. Vidovi digitalne podjele

U literaturi su prisutni različiti pristupi digitalnoj podjeli. Jedan se odnosi na digitalnu podjelu prvog i drugog reda. Digitalna podjela prvog reda se vezuje za disparitet u pristupu ICT resursima, dok se ona drugog reda vezuje za razlike u modelima korišćenja novih tehnologija između pojedinaca i/ili organizacija koji već imaju pristup ICT. Na primjer, neki koriste internet samo za pretraživanje web-a ili e-mail, dok ga drugi koriste i za e-obrazovanje, kroz društvene-mreže, za apliciranje za posao, za e-bankarstvo, za potrebe e-zdravstva, itd. Istraživanja su pokazala da su ove podjele uslovljene socio-ekonomskim nejednakostima između pojedinaca, grupa i država. Oni koji su ekonomski i društveno u lošijem položaju više su izloženi digitalnoj nejednakosti (npr. pojedinci sa nižim primanjima i nižim nivoom obrazovanja, oni sa posebnim potrebama, oni koji žive u ruralnim sredinama, oni koji pripadaju etničkim manjinama, žene i stariji ljudi, itd.). Takođe, ne treba izgubiti iz vida ni velike razlike u ponašanju korisnika nakon implementacije ICT rješenja. Istraživanja su pokazala u Španiji, npr., da bez obzira na prisutnost ICT infrastrukture, njeno korišćenje varira od regiona do regiona, zavisno od ličnih primanja članova ispitivanih domaćinstava, nivoa njihovog obrazovanja i starosne dobi [8]. Neka istraživanja su pokazala da postoje velike razlike u pogledu korišćenja ICT-a kod djece bez i sa poremećajem u učenju, npr., na Tajvanu [9]. U radu [10], pokazano je da različiti vidovi disbalansa zahtijevaju različit pristup: nejednakosti u pristupu mogu se prevazići subvencioniranjem novih tehnologija, s obzirom da je njihov nedostatak uglavnom uslovljen ekonomskim ograničenjima koja dovode do restrikcija u pristupu; dok nejednakosti u korišćenju zavise uglavnom od sposobnosti i osviješćenosti korisnika u ovom pogledu, gdje se obrazovanje i obučenosť za korišćenje ICT smatraju ključnim faktorima.

Postoji i drugi pristup digitalnoj podjeli koji razlikuje: prvi, drugi i treći talas digitalne podjele [5;11]. Prvi talas se vezuje za dostupnost i korišćenje mobilne telefonije, drugi za dostupnost i korišćenje interneta, dok se treći odnosi na razvoj i primjenu koncepta interneta stvari i pametnih okruženja.

Prvi talas digitalne podjele vezan za dostupnost mobilnih telefona, maker na nivou brojki, može se smatrati savladanim. Naime, 2005. godine procenat broja mobilnih telefona u odnosu na broj stanovnika u razvijenim zemljama svijeta je bio 82%, a u onim manje razvijenim, ili nerazvijenim, oko 23%. Godine 2015., ovaj procentualni odnos se znatno izmijenio: u razvijenim zemljama iznosio je 121%, a u onim drugim 92%. Na-

ravno, ostaje otvoreno pitanje u koje svrhe i sa kakvim krajnjim ishodom se koriste mobilni telefoni, ali u svakom slučaju, barem na nivou brojki, prvi veliki talas digitalne podjele je prevaziđen.

Drugi talas digitalne podjele, koji se vezuje za mogućnost pristupa internetu, još uvijek nije prevaziđen. Prema nekim procjenama, 2015. godine, 3 biliona ljudi u svijetu je imalo pristup internetu, od toga 76% stanovništva u razvijenim djelovima svijeta, a svega 30% u nerazvijenim (Tabela 1). Više od polovine svjetske populacije, dakle, još uvijek nema pristup internetu (oko 4,2 milijarde ljudi) prema UN podacima [12]. Prema procjenama iz istog izvora, trebalo bi oko 450 milijardi \$ da se za 1,5 milijardi ljudi obezbijedi pristup internetu do 2020. godine. Kako bi se ovaj proces ubrzao, preporučuje se korišćenje „white-fi“ spektra, jednovremeno postavljanje više optičkih kablova na istim lokacijama, kao i razvoj sadržaja koji su po mjeri potencijalnih korisnika u određenim geografskim regijama.

*Tabela 1. Prvi i drugi talas digitalne podjele: procentualni pokazatelji dostupnosti po stanovniku (Izvor: Web)*

Godina	2005.		2015.	
Korisnici	Zemlje u razvoju		Razvijene zemlje	
<i>Prvi talas dig. pod.</i>	23%	82%	8%	51%
- Mobilna telefonija				
<i>Drugi talas dig. pod.</i>	92%	121%	30%	76%
- Internet				

Iako drugi talas digitalne podjele još uvijek nije savladan, treći vezan za implementaciju interneta stvari (IoT – Internet of Things, eng.) već uveliko nadolazi.

U poglavlju koje slijedi dat je pregled i kratak opis (potencijalnih) primjena interneta stvari u industriji, zdravstvu i pametnim gradovima, budući da će ovaj novi tehnološki koncept umnogome uticati na promjenu načina življenja i otvoriti nove mogućnosti i u domenu obrazovanja, makar kada su u pitanju razvijeni djelovi svijeta.

## 2.2. Internet stvari kao novi talas digitalne podjele

Internet stvari (IoT) omogućuje veliki broj industrijskih i korisničkih aplikacija. Dok uređaji i mreže obezbjeđuju fizičku povezanost, IoT aplikacije omogućuju komunikacije na relacijama uređaj-uređaj, ili čovjek-uređaj, na pouzdan i robustan način. Uređaj-uređaj aplikacije obično ne zahtijevaju vizualizaciju, dok sve više IoT aplikacija koje uključuju čovjeka, kao krajnjeg korisnika, obezbjeđuju vizualizaciju za prikazivanje informacija na intuitivan način. Za IoT aplikacije je bitno da budu *inteligentne*, tako da uređaji mogu da snimaju okruženje, komuniciraju jedni sa drugima, identifikuju i rješavaju određene probleme bez neophodne intervencije čovjeka.

Prema Cisco Visual Networking Index-u iz 2015. godine, preko 10,5 biliona mašina-mašina (M2M - Machine-to-Machine, eng.) uređaja koji međusobno komuniciraju i izvršavaju akcije bez posredstva čovjeka je bilo umreženo. Kako na nivou brojki stvari stoje u ovom pogledu u pojedinim djelovima svijeta, prikazano je u Tabeli 2.

*Tabela 2. Treći talas digitalne podjele: broj M2M uređaja po stanovniku (Izvori: Web; [5;11])*

Dio svijeta / Godina	2014.	aprok. 2019.
SAD	6,1	11,6
Zapadna Evropa	4,4	8,2
Latinska Amerika	2,0	2,9
Srednja i Istočna Afrika	1,0	1,4

### 2.2.1. Internet stvari u industriji

*Logistika i kontrola kvaliteta proizvoda.* Važna industrijska primjena koncepta IoT je u domenu logistike i lanaca snabdijevanja. RFID (Radio Frequency Identification, eng.) tagovi i/ili senzori se pridružuju objektima i koriste se za identifikaciju proizvoda (odjevnih predmeta, namještaja, razne opreme, prehrambenih proizvoda i dr.). Korišćenje tagovanih objekata povećava efikasnost upravljanja skladištenjem i prodajom, pojednostavljuje inventarisanje, tako što daje tačne podatke o stanju na zalihama u realnom vremenu i sl. Takođe, moguće je automatski pratiti čitav „životni“ ciklus proizvoda. Ovdje treba pomenuti i mogućnost korišćenja naprednog koncepta *pametnih* rafova, koji smanjuju mogućnost materijalnih gubitka, a isto tako automatski generišu informacije o količini raspoložive robe. Interesantan je podatak da se prodaja smanjuje za oko 10% ako se rafovi samo djelimično isprazne [5], što dodatno ukazuje na značaj ove IoT mogućnosti. Korišćenjem senzora moguće je u realnom vremenu otkriti oštećenja lako kvarljive robe (npr. voća, povrća, smrznute hrane i sl.). Senzori snimaju kontinuirano temperaturu i vlažnost unutar hladnjača, a aktuatori ih modifikuju, kako bi se obezbijedilo očuvanje namirnica. Dodatno, integritet proizvoda može se obezbijediti korišćenjem procesa RFID autentifikacije, itd.

Zanimljiva IoT aplikacija je i inteligentni sistem za kupovinu. Ovaj sistem snima navike potrošača, praćenjem nabavki preko mobilnog telefona, pa kasnije vodi kupce kroz zabavne parkove, prodavnice, supermatkete i/ili molove, sugerišući im kupovinu proizvoda koji su na popust (npr. Disney's MagicBand, Kroger's, Macy's shopBeacons ili iBeacons i dr.) i omogućuje brzo plaćanje, odnosno, automatsko čekiranje posredstvom očitavanja biometrijskih podataka.

*Poljoprivreda.* IoT se može koristiti u stočarstvu i agronomiji. Kontrola poljoprivrednih proizvoda i stočne hrane (npr. utvrđivanje prisustva GMO, aditiva, melanina, itd.) korišćenjem naprednih senzorskih sistema, spada u tehnologije u razvoju. U domenu poljoprivrede treba spomenuti i napredne IoT aplikacije koje ubrzavaju proces upravljanja registracijom, prenamjenom, ili zatvaranjem poljoprivrednih gazdinstava (farmi), kontrolu njihovog rada i izdavanje odgovarajućih sanitarnih sertifikata. Korišćenjem IoT-a, poljoprivredni proizvođači mogu da skrate lanac snabdijevanja, uspostavljajući direktnu vezu otvaranjem tzv. „prozora za javnost“ (publicity windows, eng.) gdje mogu da prikažu svoje proizvode, koje kupci potom naručuju putem računara ili mobilnih telefona.

*Industrijski procesi.* IoT daje napredna rješenja za automobilsku industriju (npr. BMW, Tesla Motors i dr.). Dijagnostika kvarova u realnom vremenu je ključna aplikacija. Gotovo svi važni parametri se mogu kontrolisati putem posebnih senzora: pritisak u gumama, stanje motora, potrošnja goriva, lokacija, brzina, udaljenost od drugih vozila, vrijeme vožnje i sl. Snimljeni podaci se šalju kontrolnom centru. Takođe je moguća dinamična optimizacija rute do cilja, u zavisnosti od trenutnih uslova na putu. Moguće je, takođe, automatski parkirati automobil. U pametnim automobilima, postoje pametne igre za interakciju sa pametnim okruženjem. Postoje i samohodna vozila (bez vozača), npr. Google's *self-driving cars*, eng. Pretpostavlja se da će do 2020. godine, 250 000 vozila biti konektovano na Internet. Dodatno, korišćenjem kombinacije RFID-a, GPS-a, senzora i odgovarajućih softvera, u IoT kontekstu, moguće je pratiti opasne terete u transportu (npr. kontrolisati temperaturu plutonijuma unutar posebnih kontejnera i dr.).

## **2.2.2. Internet stvari u zdravstvu**

*Medicina i briga o zdravlju.* Medicina i briga o zdravlju će biti pod velikim uticajem IoT. Napredni senzorski uređaji već danas omogućuju praćenje u realnom vremenu medicinskih parametara i vitalnih funkcija pacijenata (npr. tjelesne temperature, krvnog pritiska, rada srca, akceleracije, položaja tijela, nivoa glukoze, holesterola i dr.). Prikupljeni podaci se emituju posredstvom standardnih ili posebnih komunikacionih tehnologija (npr. Bluetooth, ZigBee, WirelessHart, ISA100, itd.) medicinskom osoblju na dijagnostikovanje i kontrolu zdravlja pacijenta. Bežične mreže u opsegu ljudskog tijela (BANs - Body Area Networks, eng.) formirane od nosivih, neintruzivnih senzora, u sadejstvu sa odgovarajućim pristupnim tačkama, omogućuju ljekarima da kontinuirano prate pacijente van bolnice. Druga važna aplikacija je vezana za identifikovanje i praćenje medicinske opreme i materijala. Npr., korišćenje pametnih labela na medicinskoj opremi sprečava gubitak, ili zaboravljanje materijala (npr. gaze) u tijelu pacijenta tokom operacije. Nadalje, efikasni sistemi upravljanja bolnicama uključuju optimalno korišćenje energije i kontrolu klime (HVAC - Heat Ventilation and Air Conditioning, eng.). U ovom kontekstu važno je pomenuti i kontrolu pristupa bolnici i pojedinim odjeljenjima, putem aktivnih RFID bedževa (narukvica) i fiksni čitača postavljenih na ključnim pozicijama. Takođe, prisutno je nastojanje da bolnički kreveti budu opremljeni *screentouch*, eng., terminalima za zabavu, koji će omogućavati pristup TV-u, Internetu; uspostavljane komunikacije sa porodicom i sl. Pacijentima školskog uzrasta i studentima, biće na ovaj način omogućeno praćenje on-line nastave i dr.

*Samostalan život osoba sa posebnim potrebama.* IoT može takođe da poboljša kvalitet života starih osoba i osoba sa invaliditetom. Praćenje zdravstvenog stanja i emuliranje medicinskih konsultacija kod kuće su dvije osnovne aplikacije. Snimanjem fizioloških signala u realnom vremenu posredstvom odgovarajućih senzora, sistem je u stanju da uključi alarm u slučaju: da dođe do pada osobe; da je potrebna hospitalizacija; da je dijagnostikovana demencija (npr. parkisonova ili alchajmerova bolest) u najranijem stadijumu i dr. Pod pretpostavkom da se stariji ljudi obično slabije kreću, IoT im može omogućiti uključivanje u razne socijalne mreže, učestvovanje u debatama i/ili diskusionim grupama i sl. (tzv. e-inkluzija). IoT može da pruži pomoć starijim osobama i/ili osobama sa invaliditetom prilikom kretanja po gradu i korišćenja javnog prevoza. Kom-

binovanjem podataka prikupljenih putem mobilnog telefona (pozicije, orijentacije, prepreka i dr.) i senzora postavljenih u okruženju, posebni sistemi bazirani na vještačkoj inteligenciji mogu da rekonstruišu percepciju okruženja i potom sintetičkim glasom daju instrukcije osobi kako da se kreće ili reaguje u određenoj situaciji. Ovakvi sistemi mogu biti od pomoći i slabovidim osobama.

*Usluge vezane za poboljšanje kvaliteta života.* One se odnose na snimanje navika korisnika i davanje odgovarajućih savjeta. Pozitivne povratne informacije o količini potrošenih kalorija tokom šetnje, mogu da djeluju podsticajno, u smislu da motivišu pacijente da upražnjavaju svakog dana ovu ili neku drugu aktivnost. Takođe, postoji težnja da se odredi korelacija između individualnog ponašanja i uticaja koje ono ima na životnu sredinu.

### **2.2.3. Internet stvari u pametnim gradovima**

Internet stvari treba da transformiše tradicionalni grad u *pametan*. Mreže senzora, kamera, ekrana, zvučnika i sl. - sakupljaju informacije, a potom ih operativna platforma procesuirala i prilagođava različitim uslugama/infrastrukturama u gradu. Npr. senzori na vozilima, ili u mobilnim telefonima putnika, sakupljaju informacije na putevima (intenzitet saobraćaja, uslove na putu i sl.) i prosleđuju ih kontrolnom centru. Pametan sistem parkinga može da navodi vozača do slobodnog parking mjesta, čime se postižu uštede u vremenu i gorivu, uz smanjuje emisije štetnih gasova. Senzori na parkinzima, takođe mogu da posluže gradskoj upravi da identifikuje nepropisno parkiranje (na primjer na mjestima za osobe sa posebnim potrebama) i pošalje pauk vozilo da ukloni nepropisno parkirano vozilo. Nadalje, sistem plaćanja postaje jednostavniji i brži. Umjesto korišćenja kovanica, vozači mogu da koriste NFC (Near Field Communication, eng.) tehnologiju i da plaćaju putem mobilnih telefona. Slično, sistem RFID kartica i čitača se koristi za naplatu putarine na autoputevima. Ovdje treba pomenuti i mogućnosti pametnih usluga kada je u pitanju animiranje turista. Uz pomoć posebnih aplikacija za mobilne telefone, turisti se mogu upoznati sa glavnim obilježjima i istorijom grada i sl.

*Pametne mreže.* Intenzivnije korišćenje obnovljivih izvora energije uslovalo je izmjene u klasičnim sistemima za distribuciju energije. Tako se uvodi pojam *pametnih* mreža, ili *inteligentnih* sistema za prenos energije od proizvođača ka korisniku, ali dvosmjerno. Za razliku o tradicionalnih distributivnih mreža, gdje se energija generisala u nekoliko centralnih postrojenja i koja je od njih distribuirana korisnicima, posredstvom velike mreže kablova, transformatora i trafo-stanica, kod pametnih mreža, potrošači mogu biti takođe proizvođači energije. Energija proizvedena u potrošačkim mikro-mrežama (npr. solarnim panelima, turbinama na vjetar i sl.), šalje se u mrežu, gdje njome upravlja sistem za kontrolu energije i njeno čuvanje u posebnim energetske spremištima (akumulatorima). Korišćenjem posebnih, *pametnih* mjerača, automatski se kontrolišu postrojenja, tako da mreža može unaprijed da odredi obim potrošnje i da uskladi proizvodnju i potrošnju, da izbjegne preopterećenja i eliminiše ispađe, ili potpuni prekid napajanja. Takođe, korisnicima su dostupne informacije o energiji koju su potrošili, s ciljem povećanja svijesti o potrebi mijenjanja potrošačkih navika i njenog racionalnijeg korišćenja. Za obim potrošnje mogu biti vezane i mogućnosti varijabilne, fleksibilne naplate i dr. Ovdje treba pomenuti i e-stanice za punjenje baterija e-vozila.

*Pametne zgrade/kuće.* Automatski sistemi u zgradama/kućama su veoma privlačni, jer omogućuju daljinsku kontrolu putem web aplikacija: video nadzor, vođenje brige o biljkama (izloženost sunčevoj svjetlosti i navodnjavanje); kontrolu zagrijavanja, hlađenja i ventilacije; korišćenje *pametnih* pećnica, mašina za pranje rublja i dr. Složenije aplikacije omogućuju interakciju električnih aparata i pametnih mjerača u cilju optimizacije potrošnje energije, itd.

*Pametne škole.* *Pametne* škole, slično drugim *pametnim* zgradama, kotiste IoT za kontrolu pristupa školi, ili pojedinačnim dijelovima škole; za kontrolu klime i štednju potrošnje energije i sl. Danas su veoma aktuelni tzv. *pametni* markeri, kojima se markirani dio u štampanom tekstu direktno prebacuje na računar ili mobilni uređaj [14]. Ovim markerima se, pored đaka/studenata, često koriste advokati i istraživači, npr. Takođe su aktuelne *pametne* table i namjenske web-bazirane platforme putem kojih nastavnici i studenti brže razmjenjuju instrukcione materijale, projektne zadatke i zajednički rade na istim dokunetima/projektima. *Pametne* škole imaju za cilj, između ostalog, pripremanje studenata da budu visoko opismenjeni u *high-tech*-smislu (highly tech-literate, eng.).

U Tabeli 3 je dat pregled oblasti u kojima se koristi IoT. Preciznije, dat je pregled nekih IoT aplikacija koje se već uveliko koriste, kao i onih koje su još uvijek u razvoju. Nesumnjivo, IoT će poboljšati kvalitet života i pozitivno uticati na očuvanje životne sredine u razvijenim dijelovima svijeta. Postavlja se pitanje: što je sa onim drugim, manje razvijenim dijelom? - Pitanje je, dakle, da li će IoT produbiti digitalnu podjelu i jaz između sve manjeg broja bogatih i sve većeg broja siromašnih u svijetu. Moguće da bi snažnije zagovaranje principa solidarnosti bilo djelotvorno, u smislu, da se jedan dio novca za razvoj i implementaciju novih, futurističkih IoT rješenja sistemski usmjeri na razvoj nedovoljno razvijenih, tako što bi im se za početak obezbijedile neke najosnovnije potrebe, a transfer i difuzija novih tehnologija prilagodili njihovim individualnim potrebama i preferencijama [5].

**Tabela 3.** Pregled nekih oblasti u kojima se (potencijalno) koriste IoT rješenja (Izvor: prilagođeno na osnovu [13])

<b>Industrija</b>
1.1. Logistika (SCM <sup>1</sup> ) i kontrola kvaliteta robe
- Otkrivanje oštećenja ili kvarenja lako-kvarljive robe (npr. prehrambenih namirnica)
- Upravljanje skladištenjem (zaliham), maloprodajom i inventarisanje
- Brza kupovina i plaćanje, itd.
1.2. Poljoprivreda
- Praćenje životinja
- Sertifikovanje životinja
- Kontrola kupoprodaje životinja

<sup>1</sup> SCM – Supply Chain Management, eng. – Upravljanje lancima snabdijevanja

- Kontrola navodnjavanja
- Poljoprivredna proizvodnja i kontrola stočne hrane
- Registrovanje poljoprivrednih gazdinstava, itd.
1.3. Industrijski i podržavajući procesi
- Praćenje idustrijskih postrojenja
- Automatska montaža
- Dijagnostikovanje kvarova (vozila, npr.)
- Pomoć u vožnji
- Upravljanje ukrcajem putnika/prtljaga/tereta
- Upravljanje elektronskim kartama/ulaznicama, itd.
2. Zdravstvo
2.1. Medicinska njega
- Daljinska kontrola medicinskih-zdravstvenih parametara i tele-dijagnostika
- Praćenje medicinske opreme
- Kontrola ulaza/izlaza u/iz zdravstvenih ustanova
- Pametne bolničke usluge
- Pružanje on-line obrazovnih i zabavnih sadržaja pacijentima, itd.
2.2. Pordška samostalanom zdravom življenju
- Pomoć starijima
- Pomoć osobama s invaliditetom
- Daljinska podrška za socijalnu inkluziju
- Analize uticaja ponašanja pojedinaca i njihovog dobrog zdravstvenog stanja na društvo, itd.
3. Pametni gradovi
3.1. Pametni saobraćaj i turizam
- Upravljanje transportom i saobraćajem
- Snimanje stanja na putevima
- Kontrola slobodnih parking mjesta
- Upravljanje otpadom
- Upravljanje plaćanjem
- Pružanje zabavnih sadržaja
- Turistički vodiči, itd.
3.2. Pametne mreže
- Upravljanje generisanjem, distribucijom i potrošnjom energije
- Upravljanje opterećenjem mreže i akumuliranjem energije

- Identifikacija (prepoznavanje) korisnika
- Čekiranje i naplata
- Obezbjedivanje održive mobilnosti, itd.
3.3. Pametne kuće/zgrade
- Održavanje biljaka (osvjetljenje, zalivanje i sl.)
- Grijanje, ventilacija i hlađenje
- Video nadzor/kontrola ulaza/zaštita djece
- Zabava i udobno življenje, itd.
3.4. Pametne škole
- Kontrola pristupa školi (putem <i>pametnih</i> kartica ili narukvica)
- Kontrola klime i potrošnje energije
- Korišćenje MLS (npr. Moodle-a i dr.)
- Korišćenje <i>pametih</i> tabli
- Korišćenje <i>pametnih</i> markera, itd.
3.5. Javna bezbjednosti i zaštita životne sredine
- Nadgledanje teritorije
- Video/radarsko/satelitsko nadgledanje
- Stanice za slučajeve hitnosti
- Praćenje osoba koje su u opasnosti
- Planovi za situacije hitnosti i bezbjednosti
- Kontrola parametara životne sredine (ekosistema), itd.

U cilju pružanja odgovora na pitanje kako stvari stoje po osnovu obrazovanja i njegovog izmiještanja u klaud, u kontekstu digitalne podjele, u smislu mogućnosti pristupa internetu i naglog razvoja tehnologije interneta stvari, uključujući širok spektar njenih primjena - data su samo neka, da kažemo, razložna tumačenja i smjernice za dalja istraživanja u poglavlju koje slijedi.

#### **4. NIVO OBRAZOVANJA, SOCIO-EKONOMSKI STATUS I DIGITALNI DISBALANS**

Razlike u nivou obrazovanja pojedinaca su među važnijim uzročnicima digitalne podjele. Ovaj uzročno-posljedični odnos je višestruk i objašnjava ga nekoliko teorija. Prema teoriji o širenju inovacija (DOI – Diffusion of Innovation, eng.), složenost je glavna prepreka za usvajanje (adaptaciju) novih tehnologija. Dakle, što je tehnologija jednostavnija, to će prije biti prihvaćena. Ovdje obrazovanje igra ključnu ulogu. Naime, obrazovaniji ljudi su spremniji da se uhvate u koštac sa složenijim problemima i na efikasan način premoste kompleksne zahtjeve koje pred njih postavlja nova tehnologija i njena implementacija. Drugim riječima, veći nivo obrazovanja čini lakšim savladavanje

barijera u korišćenju novih ICT-a. Veće obrazovanje omogućuje bolje prihvatanje i razumijevanje informacija, što ponovo dovodi do informacione podjele između onih sa većim i onih sa nižim nivoom obrazovanja. Ovo je u osnovi glavni argument na koji se oslanja i teorija razlika u obrazovanju [15], razvijena u kontekstu širenja masovnih medija (TV-a, radija, itd.). Naime, Tichenor et al. [15], tvrde da „infusija mas-medijskih informacija u društveni sistem raste, tako što dio populacije sa većim socio-ekonomskim statusom usvaja odnosne informacije brže nego onaj dio populacije sa nižim statusom ove vrste, pri čemu se pokazuje da ovaj disparitet ima trend rasta, prije nego opadanja“. Ako je ovo slučaj sa mas-medijima, koji su daleko manje kompleksni i zahtjevni od interneta; u slučaju interneta, prethodno uočen problem podjele, biće još izraženiji. Tehnologije mas-medija, naime, nisu tako zahtjevne kao ICT, jer ne traže neko veliko angažovanje od strane korisnika. ICT i internet aktivnosti zahtijevaju od korisnika navigaciju kroz velike količine informacija, umjesto da su samo recipijenti onog što im se nudi, kao što je to slučaj kod unilateralnih mas-medijskim sadržaja. Dodatno, u slučaju interneta, iako je dostupnost preduslov, ona nije dovoljna, *per se*, za ostvarivanje svih prednosti koje ova tehnologija može da donese, tako da važne razlike mogu da ostanu u domenu prirode (načina) njegovog korišćenja. Vicente i Lopez [16] naglašavaju: „ne samo da je korisniku potreban pristup infrastrukturi, potrebna mu je i sposobnost pristupa informacijama, tj. sposobnost da ih pronađe i upotrijebi“. Takođe, ima smisla hipoteza da će obrazovanije osobe raditi u informaciono-intenzivnim industrijama, odnosno, da će intenzivnije koristiti ICT na poslu i kod kuće. U skladu sa ovim Howard et al. [17] su došli do zaključka da će obrazovanije osobe koristiti internet produktivnije i sa većim ekonomskim efektom, u odnosu na one sa nižim stepenom obrazovanja. Peng et al. [18] su pokazali da su osobe koje koriste PC-e na poslu i u školi spremnije da prihvate nova ICT rješenja. Tengtrakul i Peha [19] su pokazali da „što je veći obrazovni nivo studenta, to je veća vjerovatnoća prihvatanja ICT u domaćinstvima“ (kojima ti studenti pripadaju). Na osnovu ovdje ukratko prezentiranih rezultata nekoliko (pilot) istraživačkih studija, jasno je da postoji pozitivna korelacija između nivoa obrazovanja, socio-ekonomskih prilika pojedinaca i adaptacije novih ICT rješenja. Implicitno, ova hipoteza bi se mogla proširiti i na korišćenje klauđa u generisanju i diseminaciji znanja, odnosno, u obrazovanju.

#### **4.1. Model za izmiještanje obrazovanja u klauđu u sredinama u razvoju**

Klauđu računarstvo je danas sveprisutna paradigma, koja je unijela značajne promjene u načine pružanja usluga, kada su u pitanju korišćenje računarske infrastrukture, različitih platformi i softverskih rješenja. Vrlo jednostavno, klauđu računarstvo je računarstvo bazirano na internetu. Klauđu se može opisati i kao skup klastera distribuiranih računara (sa *farmama* servera, kao ogromnim centrima za prikupljanje i obradu podataka), koji obezbjeđuju resurse i usluge putem mrežnog medijuma, tj. interneta. Ranije su se korisnici služili aplikacijama instaliranim na sopstvenim (fizičkim) računarima ili kompanijskim (lokalnim) serverima, dok danas mogu da pristupe tim istim aplikacijama, ali sada izmještenim u klauđu. Kada korisnici provjeravaju, npr., svoj gmail nalog, stanje na bankovnom računu on-line, ili ažuriraju svoj facebook status – oni su, zapravo, u klauđu.

Postavlja se pitanje zašto se veliki broj djelatnosti, pa i obrazovanje izmiještaju u klauđu? – Brojni literaturni izvori kažu da je to u cilju povećanja fleksibilnosti i skalabilnosti

korisničkih potreba, oslobađanja korisnika kapitalnih investicija u infrastrukturu i softver, plaćanja usluga prema potrebi („pay as you go“, eng.), automatskog ažuriranja softvera, povećanja mogućnosti kolaboracije, mogućnosti pristupa resursima sa bilo kog mjesta, efikasnijeg grupnog rada na istim projektima, povećanja kompetitivnosti [20] i sl.

Pored ovoga, nesumnjivo da tu udjela ima ekspanzivan i sve manje kontrolabilan rast tehnicističkih oblika materijalne kulture, koje smo često, na određeni način, prinuđeni da usvajamo. Radi se, zapravo, o nekoj vrsti imperativa novog doba. S druge strane, obrazovanje se sve češće tretira kao trošak, prije nego kao investicija (i to ne samo u zemljama u razvoju, već i u onim razvijenim), tako da je i to jedan od razloga izmiještanja obrazovanja u klaud. Svi oni izazovi za izmiještanje obrazovanja u klaud u razvijenim djelovima svijeta, a to su prije svega spremnost da se upravljanje znanjem i (povjerljivi) podaci o ljudskim resursima izmjestite u klaud, još su izraženiji u sredinama u razvoju. Stoga je u nastavku načinjen pokušaj da se da predlog modela za implementaciju klauda u ovim sredinama, uzimajući u obzir kontekstualne faktore, prije svega socio-ekonomska i politička ograničenja.

Ukoliko pođemo od pretpostavke da će porast usvajanja klaud računarstva biti prisutan i u sferi obrazovanja (posebno višeg/visokog i cjeloživotnog), otvoriće se neosporno nove mogućnosti u ovom domenu i za zemlje u razvoju. Za ove zemlje su od posebnog značaja mala kapitalna ulaganja i elastičnost u korišćenju resursa. Sa otvaranjem klaud mogućnosti, zemlje u razvoju bi trebalo da budu u prilici da koriste istu infrastrukturu i resurse kao i tehnološki visoko razvijene zemlje [21].

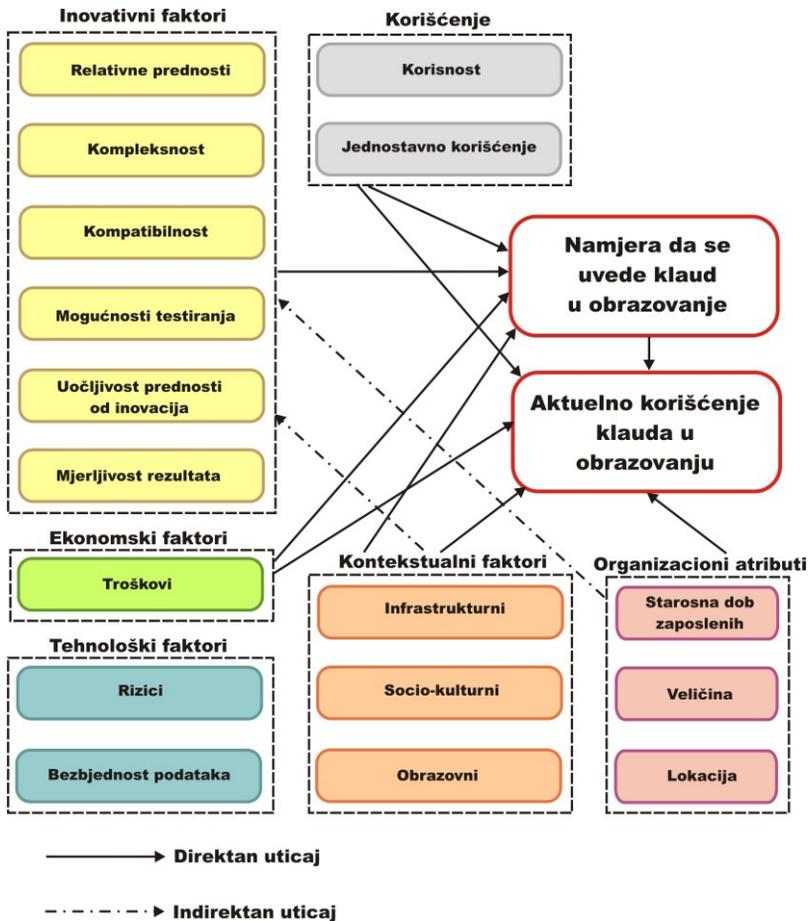
Ima veoma malo preliminarnih istraživanja o adaptaciji klaud resursa u obrazovanju u zemljama u razvoju. Model koji je ovdje predložen (Slika 1), baziran je na studiji koja je vršena u sub-saharskoj Africi [22] i predstavlja osnovu za osmišljavanje upitnika putem kojih bi se mogla analizirati spremnost visokoobrazovnih ustanova u nekim zemljama u razvoju (npr. zemljama Zapadnog Balkana) za implementaciju ovakvog vida obrazovanja.

Ovaj model je baziran na triangulaciji (*pomirenju*) dvije teorije usvajanja i širenja ICT-a: (i) teoriji difuzije inovacija (DOI – Diffusion of Innovation, eng.) [23] i (ii) teoriji tehnološki prihvatljivog modela (TAM – Technology Acceptance Model, Eng.) [24].

U predloženi model uključene su dvije zavisne promjenljive: (zp.a) Namjera da se uvede klaud u obrazovanje i (zp.b) Aktuelno korišćenje klauda u obrazovanju. Zavisne promjenljive su organizovane u nekoliko podskupova: (np.a) Ekonomski faktori (troškovi); (np.b) Tehnički faktori (rizici, bezbjednost podataka); (np.c) Kontekstualni faktori (infrastrukturni, socio-ekonomski, obrazovni) i (np.d) Inovativni faktori (relativne prednosti u odnosu na postojeća/druga rješenja, kompleksnost, kompatibilnost, mogućnost prethodnog testiranja/isprobavanja novih rješenja i sl.). Takođe, u domen nezavisnih promjenljivih uključeni su: (np.e) Faktori vezani za korišćenje (korisnost i jednostavnost pri korišćenju) i (np.f) Organizacioni atributi (prosječna starosna dob zaposlenih, veličina i lokacija organizacije). Na Slici 1 su predstavljene direktne i indirektno veze između nezavisnih i zavisnih faktora u modelu.

Ispitivanje na nivou zemalja Zapadnog Balkana, po osnovu ovog modela, moglo bi se realizovati tako da se osmisli upitnik za eksperte u oblasti obrazovanja, čijom bi se analizom dobile korelacije između pojedinih zavisnih i nezavisnih promjenljivih, kao i korelacije između samih skupova zavisnih promjenljivih. Na osnovu dobijenih korelacionih koeficijenata, mogle bi se dati određene kvalitativne smjernice za implementaciju klada. Takođe, uz pomoć višekriterijumske regresione analize mogao bi se odrediti stepen u kome pojedine nezavisne promjenljive utiču na zavisne i sl.

Preliminarnu verziju upitnika bi trebalo poslati ekspertima, kako bi mogli da daju svoje preporuke u smislu poboljšanja jasnoće, tj. nedvosmislenosti pitanja i u cilju postizanja što relevantnijih zaključaka nakon sprovedenih analiza. Takođe, ne treba odbaciti mogućnosti isključivanja nekih od ovdje predloženih, odnosno, uključivanja nekih novih (setova) nezavisnih promjenljivih, za koje eksperti procijene da tako nešto ima uteljenje u teoriji i/ili empiriji.



Slika 1. Relevantni faktori za izmještanje obrazovanja u klad u zemljama u razvoju

(Izvor: prilagođeno na osnovu [22, p.185])

Upitnik koji bi se uputio ekspertima/menadžerima u viskoobrazovnim institucijama, trebao bi da sadrži najmanje dva dijela. U prvom dijelu ispitanici bi trebalo da odgovore na set demografskih pitanja vezanih za instituciju, u drugom dijelu na nekoliko podgrupa pitanja koja se odnose na različite strukturne komponente predloženog modela, čime bi trebale da budu potvrđene preliminarno postavljene hipoteze tipa:

- (h1) Troškovna efikasnost je u pozitivnoj korelaciji sa nastojanjem da se klauz računarstvo uvede u (visoko) obrazovanje;
- (h2) Rizik je u negativnoj korelaciji sa uvođenjem klauz u obrazovanje;
- (h3) Bezbjednost podataka je u pozitivnoj korelaciji sa adaptacijom klauz računarstva u ovom domenu;
- (h4) Dostupnost ICT infrastrukture je takođe u pozitivnoj korelaciji sa uvođenjem ovog novog koncepta u obrazovanje;
- (h5) Starosna dob korisnika je u negativnoj korelaciji sa adaptacijom klauz. Drugim riječima, mlađi ljudi su obično pro-inovativniji od starijih;
- (h6) Kompatibilnost sa postojećim ICT rješenjima je takođe u pozitivnoj korelaciji sa zavisnim promjenljivima;
- (h7) Kompleksnost je u negativnoj korelaciji sa zavisnim promjenljivima;
- (h8) Postojanje mogućnosti da se isprobavaju nova rješenja prije adaptacije je u pozitivnoj korelaciji sa adaptacijom nove tehnologije;
- (h9) Jednostavnost korišćenja je u pozitivnoj korelaciji sa adaptacijom;
- (h10) Korisnost je u pozitivnoj korelaciji sa uvođenjem i korišćenjem klauz računarstva u sferi obrazovanja, itd.

Dodatno, multidimenzionalna priroda prihvatanja (usvajanja, adaptacije) ICT inovacija, povlači sa sobom različite nivoe prihvatanja, koji se ne mogu objasniti isključivo ekonomskim i tehnološkim faktorima, već se neizostavno moraju uključiti i oni socio-kulturološki. Ovi faktori u zemljama u razvoju, znatno se razlikuju od onih u (visoko) razvijenim zemljama.

U slučaju višekriterijumske linearne regresione analize moglo bi se, posredstvom predloženog modela, utvrditi u kojoj mjeri navedeni faktori utiču na namjeru uvođenja, odnosno, na korišćenje klauz računarstva u obrazovanju. Takođe bi se moglo utvrditi koliko analizirani setovi nezavisnih promjenljivih u modelu utiču na zavisne, tj. da li bi u model trebalo uključiti veći broj nezavisnih promjenljivih, itd. Sve ovo treba raditi sa ciljem stvaranja što boljih pretpostavki za postepeno izmiještanje obrazovanja u klauz.

## 5. ZAKLJUČAK

Na pitanje da li obrazovanje treba izmjestiti u sferu klaud računarstva, u literaturi se nalaze različiti odgovori. Neki izvori zagovaraju prelazak na klaud računarstvo kao jedino danas prihvatljivo rješenje, kao imperativ novog digitalnog doba, kojim se obezbjeđuje veća efikasnost u obrazovanju [20;25]. Drugi ovaj prelazak vide prvenstveno kao pokušaj da se smanje troškovi obrazovanja, posebno visokog, ali ne sasvim uspješan. Prelazak sa dobro uhodanog, tradicionalnog, rutinskog *face-to-face* obrazovanja na nove vidove tehnološki podržanog obrazovanja stvara veće inicijalne troškove, uz nezvjesne ishode [26].

S obzirom na podijeljena mišljenja, može se zaključiti da opredjeljenje za izmiještanje obrazovanja u domen klaud računarstva, još uvijek zavisi od individualnih preferencija i brojnih kontekstualnih faktora, posebno u regijama gdje je prisutna (izražena) digitalna podjela. Stoga bi trebalo dalje raditi na razvijanju efikasnih modela za procjenu stvarnih potreba, kada su u pitanju obezbjeđivanje pristupa, usvanje i širenje novih ICT rješenja za generisanje i distribuciju (novih) (sa)znanja. Drugim riječima, trebalo bi tražiti rješenja koja odgovaraju individualnim potrebama i mogućnostima raznorodnih obrazovnih entiteta u sredinama sa različitim geolozijskim, a posljedično ekonomskim, tehnološkim i socio-kulturološkim atributima.

## LITERATURA:

- [1] Cruz-Jesus F., et al. (2016), The education-related digital divide: An analysis for the EU-28, *Computers in Human Behavior*, 56, pp. 72-82.
- [2] WSIS (2003), World summit on the information society: declaration of principles. In Paper presented at the world summit on the information society, Geneva. [Internet]. URL: [http://www.itu.int/net/wsis/documents/doc\\_multi.asp?lang=en&id=2266](http://www.itu.int/net/wsis/documents/doc_multi.asp?lang=en&id=2266) (pristup: 19.07.2016.)
- [3] OECD (2011), Guide to measuring the information society 2011. Paris: OECD publishing.
- [4] Gunkel D.J. (2003), Second thoughts: toward a critique of the digital divide, *New Media & Society*, 5(4), pp. 641-654.
- [5] Bauk S. (2016), IoT primjene i njihov uticaj na digitalnu podjelu, 20. Naučno-stručni skup: Internet tehnologije, 29. februar - 05. mart, Žabljak, Crna Gora, pp. 42-45.
- [6] Galliers R.D., Currie W.L. (2011), *The Oxford Handbook of Management Information Systems – Critical Perspectives and New Directions*, Oxford University Press Inc., NY (USA).
- [7] US Department of Commerce (2002), A nation online: How Americans are expanding their use of internet, Washington, D.C.: US Department of Commerce – Economics and Statistics Administration.
- [8] Novo-Corti I., Barreiro-Gen M. (2015), Public policies based on social networks for introduction of technology at home: demographic and socioeconomic profiles of households, *Computers in Human Behavior*, 51(part B), 1216-1228.
- [9] Wu T.-F. Et al. (2014), Is digital divide an issue for students with learning disabilities?, *Computers in Human Behavior*, 39, 112-117.
- [10] Epstein D. et al. (2014), Not by technology alone: the „analog“ aspects of online public engagement in policymaking, *Government Information Quarterly*, 31(2), 337-344.
- [11] Pepper R. (2015), As two digital divides close, a new one threatens, *Huff Post*. [Internet]. URL: <http://blogs.cisco.com/gov/as-two-digital-divides-close-a-new-one-threatens> (pristup: 19.07.2016.)
- [12] Lyell J. (2016), 3 Ways to Bridge Digital Divide – Access to the Internet is still Uneven, *IEEE Spectrum*, June, pp. 7-8.
- [13] Borgia E. (2014), The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues, *Computer Communications*, 54, pp. 1-31.
- [14] The Huffington Post, The Connected School: How IoT Could Impact Education. [Internet]. URL: [http://www.huffingtonpost.com/jeanette-cajide/the-connected-school-how-\\_b\\_8521612.html](http://www.huffingtonpost.com/jeanette-cajide/the-connected-school-how-_b_8521612.html) (posjećeno: 18.07.2016.)

- [15] Tichenor P.J. et al. (1970), Mass media flow and differential growth in knowledge, *Public opinion Quarterly*, 34(2), pp. 159-170.
- [16] Vicente M.R., Lopez A.J. (2006), Patterns of ICT diffusion across the European Union, *Economic Letters*, 93(1), 45-51.
- [17] Howard P.E.N. et al. (2001), Days and nights on internet: the impact of diffusing technology, *American Behavioral Science*, 45(3), pp. 383-404.
- [18] Peng G. et al. (2011), Impact of network effects and diffusion channels on home computer adaption, *Decision Support Systems*, 52(3), pp. 384-393.
- [19] Tengtrakul P., Peha J.M. (2013), Does ICT in schools affect residential adoption and adult utilization outside schools?, *Telecommunications Policy*, 37(6-7), pp. 540-562.
- [20] Salesforce UK & Ireland Blog, Why Move to the Cloud? 10 Benefits of Cloud Computing. [Internet]. URL: [www.salesforce.com/uk/blog/2015/11/why-move-to-the-cloud-10-benefits-of-cloud-computing.html](http://www.salesforce.com/uk/blog/2015/11/why-move-to-the-cloud-10-benefits-of-cloud-computing.html) (pristup: 20.07.2016.)
- [21] Kshetri N. (2010), Cloud computing in developing economies: drivers, effects, and policy measures. *Proceedings of PTC*.
- [22] Humphrey M.S. et al. (2016), Conceptualizing a model for adoption of cloud computing in education, *International Journal of Information Management*, 36, pp. 183-191.
- [23] Rogers E.M. (2003), *Diffusion of Innovations* (5<sup>th</sup> Ed.), New York, NY: The Free Press.
- [24] Davis F.D. (1989), Perceived usefulness, perceived easy of use, and user acceptance of computer technology, *MIS Quarterly*, 13(3), pp. 319-339.
- [25] Ellucian (2016), The Cloud: a smart move for higher education. [Internet]. URL: <http://www.ellucian.com/Insights/The-Cloud--A-Smart-Move-for-Higher-Education/> (pristup: 20.07.2016.)
- [26] Bowen W.G. (2013), *Higher Education in the Digital Age*, Princeton University Press.

## ***SHOULD THE EDUCATION BE MOVED INTO THE CLOUD?***

**Sanja Bauk**

*RWTH Aachen University (Germany), Institute for Theoretical Information Technology*

**Abstract:** *Since it is not easy to give an unambiguous answer to the title question, the text that follows should be rather accepted as an experiment or essay, than as a research work in the classical sense. The content is organized into three parts: (a) in the first part, it is given an overview of some author's experiences as a researcher and lecturer in this regard; (b) in the second one, the focus is on digital divide, since it greatly affects the issue. Also, this part of the paper provides an overview of (potential) applications of the Internet of Things as a new form of digital divide which will undoubtedly increase the imbalance between those who have and those who do not have access to modern ICT resources; (C) in the third part, it is proposed a model for adapting education to the cloud environment in the so called developing areas, which to some extent suffer the consequences of the digital divide. After all it is given a brief conclusion along with some guidelines for future research.*

**Key words:** *education, digital divide, cloud computing adoption model, developing areas*



## ISTRAŽIVANJE POBOLJŠANJA KVALITETA NASTAVNOG PROCESA U VISOKOŠKOLSKOJ USTANOVI NA OSNOVU POTREBA I OČEKIVANJA STUDENATA KAO KORISNIKA USLUGE

**Dragutin Jovanović<sup>1</sup>, Dragana Rošulj<sup>2</sup>, Aleksandra Nastasić<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Visoka škola strukovnih studija-Beogradska politehnika, djovanovic@politehnika.edu.rs

<sup>2</sup>Visoka škola strukovnih studija-Beogradska politehnika, drosulj@politehnika.edu.rs

<sup>3</sup>Visoka škola strukovnih studija-Beogradska politehnika, anastasic@politehnika.edu.rs

**Apstrakt:** Pošto se društveno okruženje konstantno menja, a akademske oblasti razvijaju, obrazovanje mora biti dinamičan proces. U skladu sa tim, i studijski programi, kao primarni resursi visokoškolske ustanove, moraju se stalno unapređivati, prilagođavati i modernizovati. U tom smislu nisu dovoljne samo interne provjere kvaliteta, eksterne provjere, samovrednovanja, merenje zadovoljstva studenata, itd, potrebno je sagledati i šta studenti očekuju u pogledu studijskog programa. Ukoliko visokoškolska ustanova želi da zadovolji zahteve korisnika mora neprekidno da prati te promene i poboljšava svoje studijske programe i proces realizacije istih kako bi bili u skladu sa zahtevima i očekivanjima korisnika. Osim toga, značajan razlog za ovo je konkurencija koja, takođe, ima cilj da pruža usluge obrazovanja koja će stalno povećavati zadovoljstvo korisnika. S obzirom da je studijski program jedan od osnovnih alata visokoškolskih ustanova, u radu se daje prikaz načina sprovedenog istraživanja u pogledu kvaliteta studijskog program i njegovi osnovni rezultati sa ciljem da se dobijeni rezultati iskoriste za poboljšavanje istog.

**Ključne riječi:** očekivanje, korisnik, studijski program, kvalitet.

### UVOD

U globalnim uslovima poslovanja, tercijarne delatnosti dobijaju na značaju, zbog čega i svaka organizacija, pa i obrazovna teži usavršavanju pružanja usluga kako bi što bolje izašla u susret svojim potrošačima tj. korisnicima usluga.

Nov sistem obrazovanja studenta, kao primarnog korisnika usluge obrazovanja, opravdano postavlja u centar. S obzirom da, na tržištu postoji velika ponuda usluge visokog obrazovanja (državni i privatni, domaći i strani fakulteti i visoke strukovne škole) i sve manji broj budućih studenata, informacije od korisnika (studenta) su od ključne važnosti za opstanak, rast i razvoj visokoškolske ustanove. [1]

Kako organizacije zavise od svojih korisnika, tako i visokoškolske ustanove zavise od svojih primarnih korisnika (studenata), pa je neophodno razumeti aktuelne i buduće potrebe korisnika, ispunjavati zahteve, potrebe i očekivanja korisnika i nastojati da se pruži i više nego što korisnici očekuju. Savremeni koncept visokog obrazovanja podrazumeva aktivno uključivanje studenata u proces obezbeđenja kvaliteta studijskih programa, nastave i uslova rada, itd.

Prema standardima za akreditaciju studijskih programa visokoškolska ustanova, obavezna je da, stalno razvija, unapređuje i preispituje sadržaje svojih studijskih programa, sistematično i efektivno planira, sprovodi, nadgleda, vrednuje i unapređuje njihov kvalitet, redovno planira i vrednuje rezultate svojih studijskih programa. [2]

Kvalitet izvođenja nastave na studijskom programu, način rada nastavnika i njihova stručnost, metode koje se primenjuju u procesu izvođenja nastave, način kako je organizovano vreme potrebno za realizaciju obaveza u nastavi predstavljaju značajne odrednice kvaliteta studijskog programa u celini. Pored toga, značajnu odrednicu predstavlja i njegova svrha postojanja u sistemu visokog obrazovanja.

Uslov opstanka visokoškolskih ustanova je kvalitet njenih studijskih programa. Iz tog razloga, visokoškolske ustanove treba da su usmerene ka svojim primarnim korisnicima (studentima) u planiranju, realizaciji i unapređenju studijskih programa.

## TEORIJSKI OKVIR

Osnovni preduslov za ostvarivanje zadovoljstva korisnika temelji se na potpunoj ili maksimalno mogućoj usaglašenosti proizvoda/usluge sa potrebama, zahtevima i očekivanjima korisnika. Stepem zadovoljstva izražava jaz između vizije korisnika o očekivanom proizvodu/ usluzi i percepcije korisnika o isporučenom proizvodu/ usluzi. Radi postizanja poboljšavanja, organizacija treba da zatvori jaz između kvaliteta koji očekuje korisnik i percepcije korisnika o isporučenom kvalitetu. [3]. Kako su potrebe i očekivanja korisnika promenljive tokom vremena, čak neke mogu i da nestanu, može doći do odstupanja od postojećeg stanja, a što se može negativno odraziti na zadovoljstvo korisnika. [4]

Dosadašnja praksa pokazala je da se visokoškolske ustanove na našim prostorima, sistemski nedovoljno bave zahtevima neposrednih korisnika, već se u kreiranju usluge obrazovanja oslanjaju isključivo na sopstveno viđenje kvaliteta usluge koju pružaju svojim korisnicima i na sopstveno tumačenje njihovih potreba. Ovakav pristup projektovanju usluge visokog obrazovanja je potpuno suprotan konceptu menadžmenta kvalitetom, koji između ostalog podrazumeva i primenu principa "Usmerenje na korisnika".

Pošto se društveno okruženje konstantno menja, a akademske oblasti razvijaju, obrazovanje mora biti dinamičan proces. U skladu sa tim, i studijski programi se moraju stalno unapređivati, prilagođavati i modernizovati. U tom smislu nisu dovoljne samo interne provere kvaliteta, eksterne provere, samovrednovanja, merenje zadovoljstva studenata, itd, potrebno je sagledati i šta studenti očekuju u pogledu studijskog programa.

Kroz studijski program prelamaju se svi aspekti rada ustanove, od vizije preko organizacije rada pa do obezbeđenja kvaliteta. U tom pogledu se studijski program ne posmatra kao skup oblasti koje je student u obavezi da akceptira, već je on širi koncept sadržaja i metoda pomoću kojih treba ostvariti željene ishode. [5] U skladu sa prethodno iskazanim, ukoliko visokoškolska ustanova želi da zadovolji zahteve korisnika mora neprekidno da prati te promene i poboljšava svoje studijske programe i proces njihove realizacije kako bi bili u skladu sa zahtevima i očekivanjima korisnika. Osim toga, značajan

razlog za ovo je i konkurencija koja, takođe, ima cilj da pruža usluge obrazovanja koja će stalno povećavati zadovoljstvo korisnika. [6]

## **METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA**

Kao osnova problema istraživanja postavljeno je utvrđivanje očekivanja studenata u odnosu na izabrani studijski program. Ispitivanje očekivanja studenata realizovano je tokom prvog semestra studija upisane akademske 2012/13. Proces je zasnovan na primeni deskriptivnog pristupa istraživanju. Deskriptivna istraživanja primenjena su sa ciljem da se dobije odgovor na pitanje koja su očekivanja studenata u odnosu na izabrani studijski program. Ovaj pristup u istraživanjima odnosio se na traženje odgovora o:

- percepciji kvaliteta nastave,
- načinu rada nastavnika,
- metodama izvođenja nastave,
- potrebnom vremenu za ostvarivanje obaveza u nastavi i
- svrsi studijskog programa.

Strategija istraživanja temelji se na kombinaciji kvantitativnih i kvalitativnih metoda. Primenom kvantitativnih metoda omogućeno je prikupljanje podataka o značaju koji studenti dodeljuju varijablama koje bliže opisuju moguća očekivanja. Kao istraživački metod u procesu prikupljanja podataka primenjuje se anketno istraživanje. Za merenje značaja koristi se Likertova petostepena skala. Kvalitativan pristup primenjuje se u cilju detaljnijeg razmatranja očekivanja, stavova i mišljenja ispitanika, a realizuje se kroz otvoreni deo upitnika gde ispitanici mogu da iznesu svoje stavove, mišljenja, ubeđenja, verovanja i sl. U procesu istraživanja uzorak su činili studenti prve godine studija, osnovnih strukovnih studija, na svim studijskim programima Visoke škole strukovnih studija – Beogradske politehnike. Grupu ispitanika predstavljali su studenti upisani po akreditovanim studijskim programima, odnosno programima usklađenim sa novim konceptom sistema visokog obrazovanja.

U ovom radu predstavljeni su rezultati za studente upisane akademske 2012/13. godine. Navedene godine upisano je 413 studenata na prvu godinu studija. Ovaj broj predstavlja posmatranu populaciju u procesu ispitivanja očekivanja studenata. U odnosu na ovaj broj, nivo poverenja 95 % i interval poverenja 5 %, relevantna veličina uzorka obuhvata 199 ispitanika. U procesu ispitivanja očekivanja studenata odazvalo se 247 ispitanika, čime je interval poverenja pomećen, sa uobičajenih 5 %, na 3,96 %. [4]

## **ANALIZA I PRIKAZ REZULTATA**

Parametri tj. elementi studijskog programa koji bliže određuju njegov kvalitet su: kvalitet nastave na studijskom programu, pedagoški i profesionalni rad nastavnika, metode izvođenja nastave koje se primenjuju u cilju ostvarivanja opštih i stručnih znanja i veština, vreme potrebno za ostvarivanje obaveza u nastavi i pogodnost koje pruža studijski program po završetku studija, odnosno svrhu studijskog programa. Za svaki od navedenih elemenata studijskog programa, definisan je određeni broj varijabli. Primenom deskriptivne statistike dobijeni su rezultati srednjih vrednosti očekivanja studenata u

pogledu varijabli koje bliže određuju kvalitet studijskog programg. Prvi parametar koji određuje kvalitet studijskog programa je proces izvođenja nastave. Varijable koje bliže određuju kalitet nastave, kao i srednje ocene značaja svake varijable dodeljene od strane studenata prikazane su u tabeli 1.

*Tabela 1: Raspodela varijabli u pogledu očekivanja studenata u odnosu na kvalitet izvođenja nastave na studijskom programu*

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Mogućnost polaganja ispita pisanim putem	245	1	5	4,36	,801
Izvođenje vežbi i praktične nastave u malim grupama	246	1	5	4,31	,805
Mogućnost sticanja poena kroz aktivnosti u nastavi	246	1	5	4,19	,969
Mogućnost nadoknade nastave ukoliko student izostane sa nekog dela nastave	242	1	5	4,12	1,068
Postojanje sistema nagrađivanja dodatnim poenima za aktivnost na casu	244	1	5	4,05	1,097
Kontinualno vrednovanje rada studenata	243	1	5	3,99	,960
Mogućnost isticanja i iznošenja stavova studenata (diskusija)	243	1	5	3,95	,992
Ucesce na projektma, izlozbama studentskih radova, itd...	244	1	5	3,74	1,156
Samostalno, usmeno prezentovanje studentskih radova	247	1	5	3,70	1,025
Pokrivenost predmeta literaturom	242	1	5	3,62	1,125
Mogućnost polaganja ispita usmenim putem	245	1	5	3,49	1,237
Valid N (listwise)	222				

Na osnovu dobijenih rezultata u tabeli 14, može se uočiti da se srednje vrednosti za posmatrane varijable, koje se odnose na kvalitet izvođenja nastave, kreću u intervalu od 3,49 do 4,36. Najnižu srednju ocenu značaja, u pogledu očekivanja ( $M=3,49$ ) ispitanici dodeljuju varijabli "Mogućnost polaganja ispita usmenim putem", a najvišu ( $M=4,36$ ) varijabli "Mogućnost polaganja ispita pisanim putem". Iz takvih podataka može se pretpostaviti, da studenti, u pogledu kvaliteta izvođenja nastave, najviše očekuju da će ispitate polagati pisanim putem, odnosno najmanje očekuju da se ispiti polažu usmeno. Pored toga, studenti dodeljuju najveću ocenu značaja (preko 4) i izvođenju vežbi i praktične nastave u malim grupama, sticanju poena kroz aktivnosti u nastavi i mogućnosti nadoknade nastave u slučaju izostanaka. Ostalim varijablama studenti dodeljuju približno iste ocene značaja u pogledu očekivanja, na osnovu čega se može pretpostaviti da im ti elementi možda nisu toliko značajni, ili su to možda njihova očekivanja za koja se podrazumeva da će biti ispunjena.

Takođe, može se videti da, u suštini, studenti manji značaj dodeljuju onim varijablama koje odražavaju njihovo učešće u nastavi, odnosno može se pretpostaviti na osnovu dodeljenih ocena značaj, da očekuju da budu što manje uključeni u aktivnosti u nastavi.

Karakteristike nastavnika koje se odnosne na njihov profesionalni i pedagoški rad sa srednjim ocenama značaja svake varijable dodeljenim od strane studenata prikazane su u tabeli 2

*Tabela 2: Raspodela varijabli u pogledu očekivanja studenata u odnosu na profesionalni i pedagoški rad nastavnika*

**Descriptive Statistics**

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Izlaganje sadržaja predmeta jasno i zanimljivo	243	1	45	4,59	2,728
Korektan odnos prema studentu	245	1	5	4,55	,743
Spremnost na pružanje pomoći i podrške u toku studija (ne samo na predmetu)	244	2	56	4,53	3,396
Pravovremenost informisanja studenta o obavezama u nastavi	244	1	5	4,42	,789
Objektivnost u ocenjivanju	245	2	5	4,37	,782
Razumljivo izlaganje sadržaja predmeta	245	1	5	4,35	,829
Redovnost i tačnost u održavanju nastave	247	1	5	4,34	,800
Mogućnost kontaktiranja elektronskim putem (e-mail, facebook, skype, itd.)	245	1	5	4,33	,910
Usmeravanje studenta prilikom izrade samostalnih radova	247	1	5	4,33	,884
Podsticanje uključivanja studenata u aktivnosti od značaja za njihov profesionalni razvoj i napredak	243	1	5	4,21	,829
Sposobnost motivisanja i podsticanja studenata na kreativan i samostalan rad i na izvršavanje obaveza	246	1	5	4,21	,877
Pracenje novih dostignuća u struci	244	1	5	4,16	,903
Sposobnost kreiranja radne atmosfere na casu	245	2	5	4,14	,830
Dostupnost za konsultacije i van predviđenog vremena	244	1	5	4,11	1,004
Valid N (listwise)	229				

Na osnovu rezultata u tabeli 2, može se uočiti da se srednja ocena značaja karakteristika pedagoškog i profesionalnog rada nastavnika kreće od 4,11 do 4,59. Od svih karakteristika studentima je najznačajniji korektan odnos nastavnika, kao i to da način izlaganja predmeta od strane nastavnika bude jasan i zanimljiv. Za potrebe daljeg istraživanja, kao jednu od odrednica studijskog programa bilo je od značaja istražiti metode izvođenja nastave koje se primenjuju u cilju sticanja opštih i stručnih znanja i veština. U daljem postupku razmatrane su srednje vrednosti ocene značaja svake od navedenih varijabli, kao i srednja ocena svih varijabli. Dobijeni rezultati prikazani su u tabeli 3.

*Tabela 3: Raspodela varijabli u pogledu očekivanja studenata u odnosu na metode izvođenja nastave*

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Insistiranje na prakticnom radu	245	1	5	4,24	,808
Organizovanje prakse izvan Skole u saradnji sa privrednim organizacijama	242	1	5	4,09	1,061
Insistiranje na samostalnom radu	245	1	5	3,82	1,007
Insistiranje na radu u timovima	244	1	5	3,81	1,080
Mogucnost elektronskog učenja	246	1	5	3,78	1,135
Aktivna primena softverskih paketa	243	1	5	3,78	1,072
Koriscenje engleskog jezika	246	1	5	3,75	1,161
Saradnja Skole sa privredom u definisanju potrebnih znanja srsenih studenata	239	1	5	3,65	,975
Ukljucivanje strucnjaka iz privrede	241	1	5	3,65	1,047
Mogucnost učenja na daljinu	246	1	5	3,62	1,154
Upotreba literature na engleskom jeziku	242	1	5	3,23	1,237
Valid N (listwise)	230				

Rezultati u prethodnoj tabeli pokazuju da je u ispitivanom uzorku velikom broju respondenata najznačajnije "Insistiranje na praktičnom radu". Najmanju ocenu značaja su dodelili varijabli "Upotreba literature na engleskom jeziku".

U cilju utvrđivanja očekivanja studenata u pogledu potrebnog vremena za ostvarivanje obaveza u nastavi definisane su varijable prikazane u tabeli 4, zajedno sa dodeljenim srednjim ocenama značaja.

**Tabela 4:** Raspodela varijabli u pogledu očekivanja studenata u odnosu na potrebno vreme za ostvarivanje obaveza u nastavi

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Tacnost i pravovremenost pružanja informacija o promenama u organizaciji nastave	244	1	5	4,32	,840
Izvodjenje nastave samo radnim danima (ne vikendom)	244	1	5	4,27	1,173
Više slobodnih dana u toku radne nedelje (bez angazovanja u Školi)	243	1	5	4,19	1,169
Svakodnevna dostupnost nastavnika studentima	245	1	5	4,16	,853
Obezbedjenje prostora i opreme za izvođenje samostalnih radova	243	1	5	4,07	,925
Više angazovanja u Školi nego kod kuće	245	1	5	3,80	1,072
Izvođenje nastave u dve smene	243	1	5	3,40	1,308
Valid N (listwise)	234				

Na osnovu dobijenih rezultata u tabeli, tj. na osnovu dodeljenih ocena značaja varijabla, vidi se da je studentima najznačajnije pravovremenost i tačnost informacija o promenama u organizaciji nastave, kao i izvođenje nastave samo radnim danima, pa se može pretpostaviti da u tom pogledu (što se tiče ovog parametra) imaju i najveća očekivanja. Takođe, može se pretpostaviti da studenti imaju visoka očekivanja u pogledu slobodnih dana u toku radne nedelje (očekuju da nisu svaki dan angažovani u školi). Najmanju srednju ocenu značaja, dodelili su izvođenju nastave u dve smene i većem angažovanju u školi nego kod kuće. Kako bi se ispitanicima približio pojam svrhe studijskog programa, u upitniku, definisan je kao "pogodnosti koje pruža studijski program po završetku studija". Elementi koji bliže određuju ovaj parametar prikazani su u tabeli 5, zajedno sa dodeljenim ocenama značaja.

**Tabela 5:** Raspodela varijabli u pogledu očekivanja studenata u odnosu na svrhu studijskog programa

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Strucnjak u svojoj oblasti	243	1	5	4,60	,710
Primena znanja u praksi	245	1	5	4,48	,755
Brzo zaposlenje u struci, u zemlji i/ili inostranstvu	243	1	5	4,39	,926
Dobra zarada po osnovu struke	243	1	5	4,34	,901
Mogućnost nastavka studija u zemlji i/ili inostranstvu	242	1	5	4,33	,964
Prohodnost na trzistu rada u odnosu na druge visokoskolske ustanove	241	1	5	4,28	,844
Valid N (listwise)	231				

Na osnovu podataka u tabeli vidi se da se srednje ocene značaja varijabli kreću u rasponu od 4,28 do 4,60, što ukazuje da su ispitanici dodelili približno visoke ocene značaja svim elementima koji određuju svrhu studijskog programa. Na osnovu takvih rezultata, može

se pretpostaviti, da od svih odrednica studijskog programa, studenti do sada imaju najveća očekivanja u pogledu pogodnosti koje bi trebao da im pruži studijski program po završetku studija.

## ZAKLJUČAK

Na osnovu izloženog teorijskog dela i dobijenih rezultata, uočava se da je kvalitet uslov opstanka na tržištu. Polazeći od toga, uslov opstanka visokoškolskih ustanova je kvalitet njenih studijskih programa. Iz tog razloga, visokoškolske ustanove treba da su usmerene ka svojim primarnim korisnicima (studentima) u planiranju, realizaciji i unapređenju studijskih programa.

Ustanova koja prepoznaje svoje korisnike, njihove zahteve, potrebe i očekivanja, kao i potrebu utvrđivanja istih, bolje obezbeđuje lojalnost korisnika, i brže razvija svoj ugled na tržištu i postaje prepoznatljiva među ostalima.

## LITERATURA

- [27] Banjević, K.: "Istraživanje parametara motivacije studenata strukovnih studija u odnosu na ostvarene ishode učenja" – doktorska disertacija, Megatrend univerzitet; Fakultet za poslovne studije, Beograd, 2010.
- [28] Pravilnik o standardima i postupku za akreditaciju visokoškolskih ustanova i studijskih programa; broj 106; 2006.
- [29] SRPS ISO 10004:2013 – Menadžment kvalitetom – Zadovoljstvo korisnika – Uputstva za praćenja i merenja; Institut za standardizaciju Srbije, 2013.
- [30] Rošulj, D.: Pобољшanje kvaliteta nastavnog procesa u visokoškolskoj ustanovi na osnovu potreba i očekivanja studenata kao korisnika usluge – master rad, Privredna akademija Novi sad – Fakultet za menadžment malih i srednjih preduzeća, Beograd, 2013.
- [31] Rodić, B.: "Kvalitet u visokom obrazovanju i njegov uticaj na razvoj menadžmenta u visokoškolskim ustanovama" – doktorska disertacija, Samostalni i nedržavni univerzitet u Novom Sadu– Privredna akademija, Fakultet za menadžment, Novi Sad, 2007.
- [32] Miladinović, V.; Menadžment kvalitetom; VŠSS – Beogradska politehnika; Beograd; 2012.

## RESEARCH QUALITY IMPROVEMENT OF PROCESSES IN HIGHER EDUCATION BASED ON NEEDS AND EXPECTATIONS OF STUDENTS AS A CUSTOMER

*Abstract: Rapid changes in the social environment and continual development of academic area implies that higher education have to be dynamic process. Therefore, curriculums as main resource of higher education institution have to be continual improved, adapted and modernized. In this sense, internal and external quality evaluations are not enough as same as self-assessment and evaluation of students` satisfaction, but it is necessary for higher education institution to examine students' expectations about quality of the curricula. If the institution wants to meet user requirements it will need to continuously monitor these changes and improve curricula and process of implementation, in order to comply with the students` requirements and expectations. In the other side, there is competition that aims to provide better educational services in order to increase satisfaction of present users and attract new users. Looking at curricula as a main tools of institution in this paper will be represent the ways of the research in terms of quality of the study program and its main results in order to utilize the results to improve the same.*

**Key Words:** expectation; user; curricula; quality.



VIII međunarodni naučno-stručni skup  
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje  
ITeO 2016  
Banja Luka, 30. 9 - 1. 10. 2016. godine



## UTICAJ INDEKSA FELDEROVIH STILOVA UČENJA NA USVAJANJE INFORMACIJA KROZ E-LEARNING

Željko Pekić<sup>1</sup>, Srđan Jovanovski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Maritime Faculty Kotor, zeljkop@ac.me

<sup>2</sup>Faculty of Information technology, srdjan.jovanovski@unimediterran.net

**Abstract:** U ovom radu smo se bavili sagledavanjem prirode i distribucije (smjera i intenziteta) motivacije za korišćenje e-learninga, sa fokusom na povezanost nezavisnih varijabli s jedne strane i Felderovog stila učenja, sa druge. Najrelevantnije informacije koje smo htjeli ispitati i predstaviti su kako ispitanici mogu na individualne načine da usvajaju ista gradiva, a i kako im tehnički prilagoditi plasiranje informacija. Rezultati potvrđuju statističku značajnost polazišnog predmeta.

**Ključne riječi:** e-Learning, stil učenja, plasiranje gradiva, usvajanje informacija

### UVOD

Četrdesetih godina dvadestetog vijeka timovi inženjera i psihologa su aktivno radili na ispitivanju veze između optimizacije rukovanja različitim tipovima mašina i efikasnog prenosa i prijema informacija. Utvrđeno je da u prenosu i prijemu informacija postoje ograničenja koja nisu tehnološke prirode već su to ograničenja kognitivnog sistema. Pažnja, selekcija i optimizacija prenosa informacija postaju centralni problem istraživanja. Da bi se u potpunosti sagledao takav problem, neophodno je naći prihvatljive analogije između apstraktnog komunikacionog sistema i načina funkcionisanja čulno-nervnog aparata.

Matematičku formulaciju teorije informacija dao je Klod Šenon, ali je osnove ovom pristupu postavio Andrej Kolmogorov (Shannon, 1948, Kolmogorov, 1929). Oni informaciju definišu kao vjerovatnoću događaja u nekom sistemu, pri čemu je sadržaj informacije irelevantnog karaktera. Ako je vjerovatnoća događaja manja onda je količina informacije koju taj događaj nosi veća. To znači, količina informacije koju nosi neki događaj je obrnuto proporcionalna njegovoj vjerovatnoći.

Martin Dougiamas radeći svoju doktorsku disertaciju, na temu upotrebe open source softvera kao podrške obrazovanju na Internetu, pokrenuo je ideju razvoja Moodle platforme. Martin i danas radi kao vodeći Moodle programer.

## UČENJE

Važno je istaći da se učenje prožima skoro svaku ljudsku aktivnost. Postoji veliki niz faktora koji djeluju kao posredni zadaci u učenju. Prvo, percepcija, kao opšti način funkcionisanja svakog čovjeka i doza idiosinkratičnosti svakog ponaosob. Stimulisana različitim stimulusima, sama po sebi prezentuje svoju vrijednost. Njena latentna važnost je u percipiranju prethodno viđenog, u vidu iskustva i veza sa novim. Dalje, motivacija igra važan faktor u usvajanju znanja. Svakako, čovjek u određenom starosnom dobu ima definisane pojedine motive, ali dodatni motivi mogu biti ekscitirani od strane drugih osoba ili od strane specifičnih podražavajućih materijala.

Danas, u 21. vijeku živimo u informatičkom svijetu u kome proizvodnja, obrada i skladištenje znanja predstavljaju veoma bitan faktor kompletnog društvenog napretka. Obrazovanje kao jedna od osnovnih pedagoških kategorija podrazumijeva osposobljavanje za rad i život, razvijanje sposobnosti putem sticanja znanja. Osnovni elementi obrazovanja su znanje i sposobnost, pri čemu se znanje definiše kao sistem naučno zasnovanih činjenica koje učenici stižu i praktično primjenjuju. Termin informacione tehnologije je prvi put upotrebio Džim Domsik 1981. godine i koristio je kao zamjenu za termin obrada podataka, ali se pod informacionim tehnologijama podrazumijeva korišćenje, čuvanje, proizvodnja i razmjena informacija. Razvoj informacionih tehnologija je posljednjih decenija zabilježio nezapamćen rast i sve više napreduje. U samoj srži tehnološkog razvoja je čitav kompleks informacionih i komunikacionih tehnologija. Budućnost razvoja informacionih tehnologija leži u integraciji sistema, standardizovanju opreme, rasprostranjanju interneta, većim brzinama, ali i od zavisnosti novih izuma koji ipak mijenjaju svijet više od očekivanog.

## MOODLE PLATFORMA

Moodle je besplatna, open source platforma za elektronsko obrazovanje. Ova veoma popularna platforma broji više od 57 miliona korisnika. Po mnogim anketama koje su objavljene na Internetu moodle predstavlja jednu od najprihvaćenijih platformi u svom segmentu.

Fokus projekta Moodle je pružanje profesorima najboljeg alata za upravljanje i promovisanje učenja. Ugrađene funkcionalnosti koje omogućavaju potpuno iste postupke u radu bilo da se radi o par korisnika, nekoliko desetina i stotina ili par hiljada aktivnih korisnika. Zbog svoje skalabilnosti našao je svoju primjenu kako kod privatnih korisnika koji pružaju kurseve malom broju korisnika pa da ogromnih sistema koji imaju preko 50 hiljada korisnika.

Elektronsko učenje (eng. e-Learning, Electronic learning) je način obrazovanja koji se zasniva na upotrebi savremenih tehnologija za kreiranje, prezentovanje obrazovnog sadržaja, ali i usvajanje samog gradiva. Recimo da na nekom forumu student ima mogućnost da preuzme neki sadržaj ali i da postave profesoru pitanje. Postavljanje pitanja mu ne garantuje odgovor u nekom određenom vremenskom periodu, profesor će naknadno odgovoriti na pitanja kada bude „online“. Nedostaci ovakvog pristupa su izbjegnuti upotrebom sinhronih tehnologija kao što su web i video konferencije, IP telefonija.

Praćenje predavanja i diskusije u realnom vremenu daju dodatnu vrijednost obrazovanju na daljinu, tako da grupni rad dovodi do generisanja više ideja.

Na tržištu se pojavljuju specifični alati koji omogućavaju jednostavno kreiranje sadržaja, postavljanje prezentacija, foruma, a sve sa ciljem da se korisnicima omogući da se fokusiraju na sam sadržaj, a ne na tehnike prezentovanja.

## FELDEROVI STILOVI UČENJA

Učenje se može definisati kao kompleksan proces u kojem je važan uticaj studenta, profesora, motivacije, interakcije i kohezivnosti tih faktora. Učenje nekada i sada se promijenilo. Osnovna postavka je ostala ista. Princip prenesi – usvoji znanje je i dalje glavni pokretač procesa. Sve što dolazi uz to su dodatni motivatori za učenje, koji sa jačinom svog intenziteta su u pozitivnoj korelaciji. Tehnička revolucija je donijela niz inovacija koje imaju svoje prednosti i nedostatke.

Felder-Silverman model istražuje tri pitanja (Litzinger, Lee, Mudri, & Felder, 2007):

- a. karakterističan stil učenja uz alternativni način obrade informacija i njena značajnost za inženjersko obrazovanje;
- b. stil učenja koji najviše preferira student i nastavni stil koji najviše preferiraju profesori i
- c. strategije koje preduzimaju studenti, a koje nijesu ekvivalentne standardnim metodama inženjerskog obrazovanja.

Učenje u strukturisanom obrazovnom sistemu ima dva važna koraka:

- a. prijem, recepcija za vanjske informacije, putem čula;
- b. unutrašnje informacije, koje će se specifičnom metodom obraditi ili jednostavno ignorisati.

Dalja obrada može uključivati kratkoročno pamćenje ili dugoročno, kroz ponavljanje ili detaljnu analizu. Model Felder-Silvermana klasifikuje studente uklapajući ih u jednu od sljedeća četiri stila učenja:

- a. Čulni učenici (konkretno, praktično orijentisan prema činjenicama i postupcima) ili intuitivni učenici (konceptualna, inovativna, usmjerena teorija i veoma značajna);
- b. Vizualni učenici (preferiraju vizuelne prikaze predstavljanja materijala - slike, dijagrami) ili verbalni učenici (preferiraju pisana i izgovorena objašnjenja);
- c. Aktivni učenici (kroz interakciju i stalni rad) ili reflektirajući učenici (rade i razmišljaju sami);
- d. Sekvencijalni učenici (uredan, uči u malim koracima, sa detaljno razrađenom šemom i podjelom rada) ili globalni učenici (holistički, sistematični mislioci, uče u velikim skokovima) (Felder, 1996)

Model ukazuje na važnost prilagođavanja nastave jednom od stilova ili bar jednom od dvije dimenzije koje pripadaju određenom stilu, npr. vizuelni ili intuitivni stil nastave, i stimulativna sredina za takav strateški tip.

Prva dimenzija - čulni / intuitivni je jedan od četiri dimenzije Jungove teorije psiholoških tipova, a treća dimenzija - aktivan / reflektirajući je komponenta Kolbovog stila

učenja. Druga dimenzija - vizualna / verbalna - analogan je vizuelno-auditivni-kinestetičkom modalitetu formulaciji teorije i ukorijenjena kognitivnom studijom obrade informacija. Četvrta dimenzija - sekvencijalno / globalno je eklektički napravljeno.

Da bi čulni učenici zapamtili i razumjeli informacije najbolje oni mogu vidjeti pomoću osjećaja kako se to povezuje sa stvarnim svijetom. Ako su u razredu gdje je većina materijala apstraktnog i teoretskog tipa mogu veoma lako imati poteškoća. Instruktori za konkretne primjere koncepata, koji njima odgovaraju, znaju koji model treba primjenjivati u praksi. Ako instruktori ne pružaju dovoljno specifičnosti, stimulacije i motivacije, to neće proizvesti pozitivan efekat.

U Felderovom modelu, vizuelna dimenzija se odnosi na unutrašnje obrade (kao što su vizualizacija), prije nego čulni podražaj. Postoje dokazi u istraživanjima hemisfera mozga i kliničkim opservacijama koji pokazuju da globalni učenici će vjerovatnije koristiti vizuelne procesore, a sekvencijalni učenici će vjerovatnije koristiti verbalne procesore (Felder, 2007). Felder je napravio dvije značajne promjene u svom modelu iz 1988. Prva promjena je brisanje induktivne / deduktivne dimenzije zbog nesnalaženja instruktora u plasiranju materijala za induktivne ili deduktivne metode nastave. Druga promjena je preimenovanje vizuelni učenici/gledaoci kategorije u vizuelni/verbalni. Felder je napravio tu promjenu kako bi se omogućilo oboje: izgovorene i pisane riječi koje će biti uključene u verbalnu kategoriju.

## **PREDMET I CILJEVI ISTRAŽIVANJA**

Polazni predmet istraživanja je sagledavanje prirode i distribucije (smjera i intenziteta) motivacije e-learningom, kao nezavisne varijable s jedne strane i Felderovih stilova učenja, kao zavisne, sa druge.

### **Ciljevi istraživanja**

Istraživanje ima dvostruki cilj:

**a) Naučni** - u smislu utvrđivanja odnosa motivacije e-learningom i stilova učenja i prirode njihove povezanosti. I u smislu korišćenja dobijenih rezultata za dalja istraživanja na ovu i slične teme.

**b) Praktični** - u smislu što bi dobijeni podaci doprinijeli efikasnijem i praktičnijem radu obrazovnih ustanova u državi i u smislu efikasnijeg angažovanja pojedinaca (studenata i profesora) spremnih da djeluju kako bi unaprijedili rad obrazovnog sistema u Crnoj Gori.

Varijable u istraživanju:

a) Kao nezavisnu varijablu smo posmatrali motivaciju studenata za učenje e-learningom na Pomorskom fakultetu, Kotor. A kao zavisnu varijablu smo posmatrali uticaj Felderovih stilova učenja na usvajanje znanja.

b) Skala za ispitivanje Felderovih stilova učenja, sa 44 ajtema, Likertovog tipa, konstruisana od strane Richarda M. Feldera i Linde Silverman. Prvobitno konstruisana od Feldera i Solomonove, uz kasniju modifikaciju.

## METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

### Uzorak ispitanika

Istraživanje je realizovano na uzorku od 100 ispitanika. Sačinjavaju ga isključivo studenti Pomorskog fakulteta u Kotoru. Uzorak ima elemente namjernog.

U obradi podataka ovog istraživanja korišćeni su sledeći statistički postupci:

- Frekvencije i procenti;
- Mjere centralne tendencije (mean);
- Mjere razlika među segmentima ukrštenih varijabli (Pirson Hi kvadrat);
- Mjere koje pokazuju stepen povezanosti među varijablama (C - koeficijent kontigencije).

Obrada podataka vršena je putem programa SPSS Windows 17.

### Rezultati istraživanja

*Tabela 1. Prikaz ajtema nezavisne varijable*

VARIJABLA	FREKVENCIJA	PROCENAT
<i>Dopada mi se način učenja kroz e-learning</i>		
DA	89	89%
NE	11	11%
<i>Ovakav oblik učenja ocenjujem kao</i>		
LOŠ	9	9%
DOBAR I ODLIČAN	91	91%

U tabeli 1 su prikazani procenti motivacije i zadovoljstva upotrebe e-Learninga u nastavi studenata. U velikom procentu (89%) studentima se dopada ovakav način rada i ocjenjuju ga kao dobar ili odličan (91%). Što znači da ovakav vid nastave generalno odgovara ispitanicima, uz modifikovanje pojedinih segmenata, tj. uz prilagođavanje stila učenja.

*Tabela 2. Frekvencija procenata zavisne varijable*

STIL UČENJA	FREKVENCIJA	PROCENTI
Aktivni/reflekujući	19	19%
Vizuelni/verbalni	41	41%
Čulni/intuitivni	22	22%
Sekvencionalni/globalni	18	18%

U tabeli 2 se vidi frekvencija procenata Felderovih stilova učenja. Ono što je najupečatljivije jeste da više od 40% ispitanika preferira vizuelni-verbalni stil učenja, dok su ostali stilovi dosta uravnoteženi.

**Tabela 3.** Prikaz odnosa nezavisne i zavisne varijable (motivacije i stilova učenja)

Motivacija za upotrebu e-learninga i aktivni-reflektujući ispitanici			
$\chi^2= 2.888$	df= 4	c=0.179	p=0.875
Motivacija za upotrebu e-learninga i vizuelni-verbalni			
$\chi^2=11.007$	df= 4	c= 0.157	p=0.050
Motivacija za upotrebu e-learninga i čulni-intuitivni			
$\chi^2= 4,355$	df= 4	c=0.156	p=0.512
Motivacija za upotrebu e-learninga i sekvencionalni-globalni			
$\chi^2=2,809$	df= 4	c= 0,119	p=0,551

U tabeli 3. se jasno vidi korelacija između motivacije za upotrebu e-learninga i Felderovih stilova učenja. Od četiri stila učenja jedino je vizuelni/verbalni stil u pozitivnoj korelaciji sa motivacijom. Na to ukazuje vrijednost  $p=0.050$ , što predstavlja statističku značajnost na nivou 0.05 i vrijednost Hi kvadrata, koja je 11. To znači da učenici koji imaju najveću zainteresovanost za ovakav vid nastave su pripadnici vizuelnog-verbalnog stila učenja.

## ZAVRŠNO RAZMATRANJE

Na početku rada smo se bavili teoretskim dijelom i pretpostavkama šta sve utiče na usvajanje informacija kod ispitanika. Posebno smo se osvrnuli na zavisnu varijablu, tj. indeks Felderovih stilova učenja koji su se pokazali kao relevantna promjenljiva u ovom istraživanju. Operacionalnim definisanjem varijabli smo dobili rezultate da vizuelni-verbalni stil učenja je najdominantnije zastupljen kod ispitanika i da jedino on ima pozitivnu korelaciju sa nezavisnom varijablom.

Vizuelni učenici najbolje pamte ono što vide, bilo da su šeme, dijagrami, grafikoni, demonstracije. Verbalni ispitanici pamte bolje pomoću čulnog materijala, to znači da najbolje usvajaju informacije sa tonom, bez slike. To su audio zapisi, usmeni tekstovi, verbalna predavanja.

Treba napomenuti i to da u mnogim istraživanjima se pokazalo da znatno veći procenat kod vizuelno-verbalnih zauzimaju vizuelni ispitanici. Taj procenat doseže čak i do 70%.

## ZAKLJUČAK

Postojeće tehnologije omogućavaju i daju osnovu postojanja univerzalnog društva tj. informatičkog društva. Niko ne smije da bude isključen iz obrazovanog društva što je i zakonski obezbijeđeno. Znanje je opšte dobro koje je dostupno svima. Tehnološki

napredak tj. nastanak i razvoj tehnoloških inovacija omogućava razvoj kreativnosti i daljih inovacija, ili generisanje novih ideja.

Bez obzira na motivaciju i zadovoljstvo studenata današnjim oblicima nastave, potrebno je uvoditi stalne inovacije i na individualnom planu. Kako ovo i druga istraživanja pokazuju, studenti profesori nijesu ni svjesni koliko mogu sebi da olakšaju posao uz odgovarajući oblik pružanja informacija.

## LITERATURA

- [1] Bjekić, D. (2008). Psihologija e-učenja i e-nastave 6, 1-17
- [2] Felder, and L. K. Silverman (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education
- [3] Honey, P & Mumford, A, (1983). Using Your Learning Styles. Maidenhead, UK, Peter Honey Publications
- [4] Kolb. D. A. & Fry, R. (1975). Toward an applied theory of experiential learning.
- [5] Cooper (ed.) Theories of Group Process, London: John Wiley. T.A. Litzinger, S.H. Lee, J.C. Wise, and R.M.
- [6] Felder, "A Psychometric Study of the Index of Learning Styles." *J. Engr. Education*, 96(4), 309-319 (2007). Reliability, factor structure, and construct validity of the *Index of Learning Styles*.
- [7] Pekić Ž., Pekić N., Kovač D., "Influence motivational factors and learning styles on efficiency e-learning", 8th International Conference on Ports and Waterways, POWA 2013
- [8] <https://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>

### ***THE IMPACT OF INDEX FELDER LEARNING STYLES FOR ADOPTION INFORMATION THROUGH E-LEARNING***

**Abstract:** *In this paper, we examined the nature and distribution (direction and intensity) of motivating e-learning, with a focus on the connection between the independent variables on one side and Felder learning style on the other. The most relevant information that we wanted to examine and present are as respondents can the individual ways to adopt the same material, and how they adapted to technical information delivery. The results confirm the statistical significance of components of basic items.*

**Keywords:** *e-learning, learning style, placement of materials, adoption information*



## IMPLEMENTATION OF FACEBOOK FOR COMMUNICATION AND LEARNING IN HIGHER EDUCATION

Miloš Papić<sup>1</sup>, Nebojša Stanković<sup>2</sup>, Marija Blagojević<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>University of Kragujevac, Faculty of Technical Sciences, Čačak, Serbia, <sup>1</sup>milos.papic@ftn.kg.ac.rs

<sup>2</sup>nebojsa.stankovic@ftn.kg.ac.rs

<sup>3</sup>marija.blagojevic@ftn.kg.ac.rs

**Abstract:** *In this study we examined students' habits about communication and learning via facebook. The questionnaire, consisting of three parts, was specially prepared for this research. The study included 117 students from the Faculty of Technical Sciences in Čačak, of which 113 said they have a facebook account, so their estimations were taken as relevant for this study. It was found out that students visit facebook several times a day, to chat with friends and to see what's new with their friends; it was also found out that almost all of them are members of facebook groups where they exchange messages with colleagues about topics in the field of teaching and that they rather communicate via those groups than via forums on LMS courses; Students think of facebook as very useful tool for exchanging messages on specific topics from the field of the classes they attend, which can be used daily to find the information you are interested in if you like/follow such pages, and they don't think that facebook is a waste of time.*

**Keywords:** facebook, group, department, student, communication

### 1. INTRODUCTION

The interest and acceptance of the theory of social development, connectivism and other modern pedagogical theories that encourage active student participation in the learning process and the construction of new knowledge through social interaction is more and more intense. Vygotsky's theory is one of the basic theories of social constructivism. According to this theory, social interactions play an important role in the cognitive development of students. Students develop new ideas based on their previous knowledge and on the basis of social interactions with other teachers, experts, colleagues – with all those who have a higher level of understanding and skills for a particular concept or process. Collaborative learning process leads to the understanding of concepts and/or processes to which individually would not be able to come. In theory of connectivism Simens highlights the role of technology in learning: knowledge is gained by connecting with others in the network, using appropriate technologies [1].

Social Networking refers to building online communities who share interests and activities or who are interested for the interests and activities of other individuals or communities. Online community is a term that is very common characteristic of various Web 2.0 pages, and has almost become a synonymous for Web 2.0. Social network means active participation in virtual communities and user groups gathered around common interests of an Internet service.

Lenhart et al. [2] in their research on social activities of students say that in addition to the basic, everyday communication, many students who use the social networks talk about educational issues (60%) and that about 50% of them discusses the tasks and educational activities. This means that students need to be provided with an environment that is highly interactive and appealing to them so they could be more motivated to learn.

Over 2.850.000 people in Serbia uses Internet daily or almost every day. About 95.6% of the Internet population of 16 to 24 years of age has an account on social networks [3]. The most widely used social network in Serbia, according to research of AdriaTalk.com blog, is Facebook with 1.2 million unique visitors per month [4].

From April 2008 onwards, Facebook is the absolute leader among the social media, both in terms of number of users, and by the growing number of customers from year to year [5]. In September 2013, Facebook announced that it has over a billion users [6]. Number of monthly active users in the first quarter of 2016 was 1.654 billion [7].

Given the fact that it represents one of the most popular social network in the world, educational institutions have began to use it for the purposes of education. Realizing that most of the students spend their free time on the Internet, they decided to modernize the material and to offer it in a more interesting way. A number of applications, profiles and fan pages were created, as well as groups through which the students communicate with each other and with their teachers, share ideas, opinions, experiences, etc.

The authors therefore wanted to review the state of students' facebook usage habits, the activity of students on facebook and also what do students think about some general and specific aspects of using facebook for communication and learning.

## **2. ORGANIZATION OF RESEARCH**

During the summer semester of 2015/16, 117 students of the Faculty of Technical Sciences in Čačak were anonymously surveyed. Questionnaire with mostly closed questions was used for the survey. The survey included students from the following study programs: Information technologies (IT), Engineering Management (IM), Entrepreneurial Management (EM), Electrical and Computer Engineering (ECE). From a total number of surveyed students 4 students never accessed an internet forum so their results were excluded from further processing.

The questionnaire consisted of three parts:

- Part one: A series of statements to which the students responded with YES or NO (table 1);
- Part two: A series of statements from which students choosed two answers at most (table 2);
- Part three: Assesment scale (figure 1) with a series of statements related to the use facebook. It was necessary to enter the answer into the table that matches the opinion of the surveyed students for the corresponding statement the most. Possible answers were in categories from 1 (strongly disagree) to 5 (strongly agree).

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 presents the answers of the surveyed students on questions in the first part of the survey. Numbers of Yes and No answers are presented, as well as their percentual values.

*Table 1. Answers of students in the first part of the survey*

Question	Yes		No	
	No.	%	No.	%
1. Do you have a facebook account?	113	96.58	4	3.42
2. Have you ever created a facebook page?	60	53.10	53	46.90
3. Do you have a role of administrator on a page?	42	37.17	71	62.83
4. Have you ever learned something new from the field of teaching or something that you've failed to hear on classes via facebook?	94	83.19	19	16.81
5. Do you use facebook to exchange messages with colleagues about topics in the field of teaching?	110	97.35	3	2.65
6. Are you a member of a group in which you exchange messages, information or material for the faculty with your colleagues?	109	96.46	4	3.54
7. Are you an administrator of such a group?	11	9.73	102	90.27
8. Do you rather exchange messages on facebook although the course has a forum for students on Moodle LMS.	97	85.84	16	24.16

As we assumed, 96% of the surveyed students have a facebook account. Hence, their answers were taken as relevant for the rest of the survey. We were surprised with the number of students who created a facebook page and who are administrators of some pages (53% and 37% respectively).

Questions 4 to 8 confirm our assumptions. Namely, we noticed that students use forums within the courses on our faculty's LMS less and less and that they also do not send us as many emails as before to ask us about some issues regarding the teaching process and the teaching material. Thus, 83% of students said that they have learned something new from the field of teaching or something that they have failed to hear on classes via facebook; 97% said that they use facebook to exchange messages with colleagues about topics in the field of teaching; 96% are members of a group in which they exchange messages, information or material for the faculty with their colleagues. The number of students who are administrators of their groups could seem low (11 students – 9%) but as we mentioned in chapter 2, the survey included students from four different study programs and every study program has its own group. So, every group has almost three administrators which reflects the real life situation. Namely, on every study program and on every year there are two to three students who stand out – study program leaders.

Table 2 presents the answers of the surveyed students on questions in the second part of the survey. Number of answers for every given answer of the question is shown as well as its percentage.

*Table 2. Answers of students in the second part of the survey*

Question	Yes	
	No.	%
9. Why do you use facebook? (1 answer only)		
Out of curiosity.	28	24.78
Out of boredom.	42	37.17
Out of some practical reasons (specify).	43	38.05
10. How often do you go to facebook? (1 answer only)		
Few times a day.	83	73.45
Daily.	7	6.19
Few times a week.	1	0.88
Few times a month.	1	0.88
If necessary.	21	18.58
11. Why do you use facebook mostly? (2 answers max)		
To see what's new with my friends.	51	26.02
To see what's new on the pages that I follow.	39	19.90
To chat with friends.	81	41.33
To exchange information and opinions about certain issues within certain groups or pages.	22	11.22
To administrate my page.	3	1.53
12. Which field is the page you administrate from? (1 answer only)		
Humor	9	12.50
Curiosities	13	18.06
Science	8	11.11
Sports	14	19.44
Going out	5	6.94
High education	5	6.94
Other (specify)	18	25
13. I rather exchange messages on facebook although the course I attend has a forum for students. (2 answers max)		
Because I do not want the professor to see the discussion.	21	11.54
Because I do not have to be formal.	32	17.58
Because I am on facebook more often.	78	42.86
Because I can do it on the phone.	41	22.53
I rather exchange messages on the forum.	4	2.20
I exchange messages on the forum and on facebook equally.	6	3.30

Most students use facebook out of some practical reasons (38%) whereby 30% of that number specified that they use it to communicate with their colleagues in the group. This makes 11.5% out of total students surveyed.

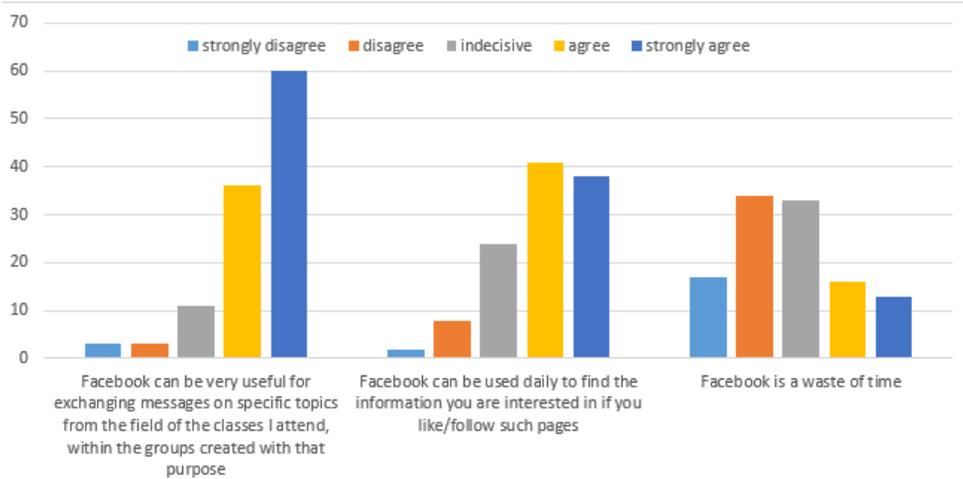
As it was expected, students go to facebook few times a day (73%), but there are 18% of students who go to facebook if necessary.

Students mostly use facebook to chat with friends, then to see what’s new with their friends, then to see what’s new on the pages that they follow, and only then they use it to exchange information and opinions about certain issues within certain groups or pages.

Answers on question 12 were evenly distributed – students administrate pages about various subjects. Ten from eighteen students wrote Music and Film as answer 7 (Other) on this question.

Question 8 from the first part of the survey discovered that 85% of students rather exchange messages on facebook although the course has a forum for students on Moodle LMS. So, in question 13 we wanted to discover why is that so. Two answers stood out: *Because I am on facebook more often* (42%) and *Because I can do it on the phone* (22%).

*Figure 1. shows the answers of the surveyed students on claims from the third part of the survey.*



*Figure 1. Assessments of students concerning the facebook*

Students definitely agree that Facebook can be very useful for exchanging messages on specific topics from the field of the classes I attend, within the groups created with that purpose.

They also agree that Facebook can be used daily to find the information you are interested in if you like/follow such pages.

Interesting is that the highest number of indecisive students (33) is with the claim that the facebook is a waste of time. According to the data, students do not agree with this claim but the number of students who agree is not negligible.

#### 4. CONCLUSION

The use of social networks has changed not only the way people spend their free time, communicate and operate, but also the ways of learning and teaching. The possibilities which social networks provide for education are more and more used. Students began creating facebook groups to connect and exchange material and information about their duties within courses they attend on schools or faculties. The initial purpose of facebook, when it was created in 2004, was to connect Harvard students. It soon gained great popularity among all American universities, secondary schools, and today operates as a global social network with over a billion of active users.

According to the results of this study, we can say that facebook should definitely be used as an ally in the process of teaching because 96% of surveyed students are members of groups where they discuss issues regarding their studies, and they prefer communicating through those groups and they do it every day.

#### REFERENCES

- [1] Siemens, G., (2005), Connectivism: A learning theory for the digital age, International Journal of Instructional Technology and Distance Learning,
- [2] <http://devrijeruiimte.org/content/artikelen/Connectivism.pdf>
- [3] Lenhart, A. et all. (2010). Social Media and Young Adults, Pewinternet.org. Pew Research Center In Brković, M., Milošević, M., Jeremić, Z. (2012). *Using social networks to improve collaboration in learning environments*, Technics and Informatics in Education, Faculty of Technical Sciences, Čačak, Serbia, UDK: 37.018.43, [http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/tio2012/PDF/4\)%20Elektronsko%20ucenje/PDF/407%20Mirjana%20Brkovic%20-%20Upotreba%20drustvenih%20mreza.pdf](http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/tio2012/PDF/4)%20Elektronsko%20ucenje/PDF/407%20Mirjana%20Brkovic%20-%20Upotreba%20drustvenih%20mreza.pdf)
- [4] The use of ICT in households individually in the Republic of Serbia, 2014, Republic office for statistics
- [5] <http://webzrs.stat.gov.rs/WebSite/repository/documents/00/01/50/47/ICT2014s.pdf> retrieved on 13/7/2016
- [6] <http://www.adriatalk.com/10-najpopularnijih-drustvenih-mreza-u-srbiji/> retrieved on 14/7/2016
- [7] <http://en.wikipedia.org/wiki/Facebook> retrieved on march 2014
- [8] <http://finance.yahoo.com/news/number-active-users-facebook-over-years-214600186--finance.html> retrieved on march 2014
- [9] <http://www.statista.com/statistics/264810/number-of-monthly-active-facebook-users-worldwide/> retrived on 19/7/2016



## PRIMJENA DOKUMENT ORIJENTISANIH BAZA PODATAKA NA SKLADIŠTENJE SENZORSKIH PODATAKA

**Dejan Radić**

Codaxy d.o.o. Banja Luka  
dejanradic@live.com

**Apstrakt:** NoSQL baze podataka su postale popularne zbog njihove mogućnosti da odgovore na zahtjeve skalabilnosti. Ovaj rad se bavi smještanjem senzorskih podataka u dokument orijentisane baze podataka, koje predstavljaju najfleksibilniju vrstu NoSQL rješenja. U radu su analizirane mogućnosti HTTP protokola da prenese senzorske podatke do serverskog sistema. Navedene su strategije za efikasnu akviziciju podataka. Takođe su diskutovane opcije za organizaciju i modelovanje dokument orijentisanih podataka, kao i uticaj organizacije podataka na performanse.

**Ključne riječi:** Big Data, NoSQL, IOT, MongoDB

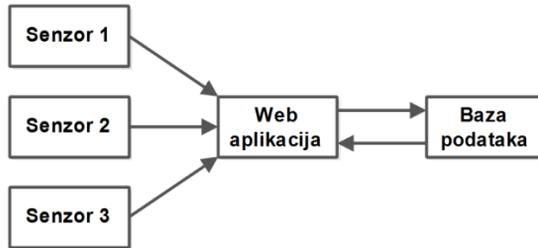
### UVOD

Prikupljanje senzorskih podataka podrazumijeva očitavanje vrijednosti sa senzora i njihovo smještanje u bazu podataka. Nad podacima iz baze podataka se mogu vršiti upiti koji ih transformišu u oblik pogodan za prikaz korisniku. Senzor je uređaj koji mjeri fizičku veličinu i konvertuje je u signal koji se može očitavati. Kod digitalnih senzora, signal koji se očitava je digitalan. Osnovna ideja je da se podaci mogu prikupljati, i smještati u dokument orijentisanu bazu podataka, očitavajući više senzora, koji očitavaju različite fizičke veličine.

Između dokument orijentisane baze podataka i digitalnog senzora se nalazi Web aplikacija realizovana primjenom ASP.NET MVC (*Model View Controller*) radnog okruženja. Funkcija Web aplikacije nije samo upis, već i čitanje podataka, uključujući njihov prikaz korisniku. Komunikacija između senzora i Web aplikacije se odvija posredstvom TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) protokol steka, a na aplikativnom sloju se koristi HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) protokol.

S obzirom da se vrši razmjena podataka između dva uređaja, radi se o M2M (*Machine to Machine*) komunikaciji, koja je osnova IOT (*Internet of Things*) paradigme. Inicijalna odluka kod formiranja senzorskog sistema je da li će se podaci slati (eng. *pushing*) ili će se čitati (eng. *pooling*). Kod strategije čitanja podataka, Web aplikacija bi imala petlju koja očitava pojedinačne senzore. Dodavanje novog senzora bi se u tom slučaju trebalo evidentirati u Web aplikaciji. Mana ove strategije je otkaz jednog od senzora, što znači da je potrebno vrijeme čekanja na odgovor (eng. *timeout*). Zato je odabrana strategija slanja podataka, gdje se pri dodavanju novog senzora samo definiše njegov identifikator. Ako senzor otkáže, onda neće više slati podatke, što neće poremetiti funkcionisanje Web

aplikacije. Izvori podataka koji su korišteni u praktičnoj realizaciji sistema su senzori za temperaturu i relativnu vlažnost vazduha.



Slika 1. Komunikacija između senzora, aplikacije i baze podataka

Podaci se upisuju u MongoDB bazu podataka koja predstavlja jednu od NoSQL (*Not Only Structured Query Language*) baza podataka. MongoDB je dokument orijentisana baza podataka. NoSQL baze podataka su nastale kao odgovor na zahtjeve koji se odnose na skalabilnost sistema, te predstavljaju podskup rješenja za probleme velike količine podataka – Big Data. Jedna od osnovnih odlika NoSQL baza podataka je mogućnost efikasnog distribuiranja podataka na više servera. Potreba za distribuiranjem senzorskih podataka se javlja kod sistema sa velikim brojem senzora koji imaju veću frekvenciju očitavanja podataka. U tom slučaju, distribuirano skladištenje i obrada podataka predstavlja realnu implementacionu opciju. Za NoSQL baze podataka se kaže da nemaju šemu (eng. *schemaless*) [1]. Odgovornost za upravljanje strukturom podataka se pomjera od baze ka aplikacijama.

## AKVIZICIJA PODATAKA

Očitani podaci se sa senzora šalju u diskretnim vremenskim intervalima (npr. svake sekunde). Međutim, moguća je i strategija slanja podataka kada se desi promjena (za neku delta vrijednost). U tom slučaju se ne zna da li je vrijednost nepromjenjena ili je senzorski sistem prestao sa funkcionisanjem, ako se očitane vrijednosti ne jave u dužim vremenskim intervalima. Zato se često primjenjuje kombinovana strategija, odnosno, nepromjenjena vrijednost se ipak javlja nakon dužih intervala. Na taj način se mogu detektovati potencijalni kvarovi senzorskih sistema.

Senzorski sistem formira HTTP POST zahtjev i šalje ga na odgovarajući socket (kombinacija IP adrese i porta). Sadržaj zahtjeva je formiran na sljedeći način:

```
POST /Home/Insert HTTP/1.1
Host: domen.com
Content-Type: multipart/form-data
Content-Length: 37
senzorId=1&temperatura=27&vlaznost=85
```

Web server će raščlaniti zahtjev na sastavne dijelove. Nakon toga se vrši transformacija i upis u dokument orijentisanu bazu podataka. Zahtjev se šalje na određeni domen na /Home/Insert relativnu putanju (kombinacija koja predstavlja ASP.NET MVC kontroler i akciju). Host zaglavlje je opciono i označava traženi domen, koristi se u slučaju da se na istom serveru nalazi više Web sajtova sa različitim domenima. Content-Type označava vrstu sadržaja, koja je u ovom slučaju ekvivalentna slanju sadržaja forme (eng. *form submit*). Content-Length označava broj karaktera u sadržaju. Sadržaj zahtjeva sadrži očitane vrijednosti i identifikator senzora koji je poslao podatke. Vrijednosti parametara iz sadržaja postaju argumenti akcije (metode) u odgovarajućem kontroleru (klasi). To znači da metoda treba da ima parametre koji označavaju identifikator senzora, kao i vrijednosti temperature i vlažnosti u određenom trenutku. Slijedi potpis akcije (metode) Insert iz Home kontrolera sa 3 pomenuta parametra:

```
public void Insert(int senzorId, decimal temperatura, decimal vlaznost)
```

Akcija koja vraća void, produkuje EmptyResult [2]. EmptyResult podrazumijeva prazan odgovor koji može da označava potvrdu prijema (HTTP statusni kod 200). U tom slučaju senzor dobija indikaciju da je Web aplikacija dobila podatke. Kada Web aplikacija dobije podatke (odnosno, kada se pozove Insert metoda), podaci se pišu u bazu podataka.

Web aplikacija referencira odgovarajuću klijentsku biblioteku za povezivanje sa MongoDB bazom podataka. MongoDB je dokument orijentisana baza podataka čiji model podataka podrazumijeva kolekcije dokumenata. U pitanju je hijerarhijski model podataka gdje jedan dokument može da sadrži više drugih dokumenata. Za potrebe aplikacije je kreirana kolekcija odmjeri. Svaki dokument u kolekciji odmjeri ima sljedeća polja: Id, SenzorId, Vrijeme, Temperatura, Vlaznost. Primjer jednog od dokumenata koji reprezentuje događaj očitavanja vrijednosti sa senzora je prikazan BSON formatom:

```
{
    "Id" : ObjectId("5649ddc8e81f4bdad3bd35be"),
    "SenzorId" : 1,
    "Vrijeme" : ISODate("2015-11-16T12:00:00.000Z"),
    "Temperatura" : 20,
    "Vlaznost" : 80
}
```

Identifikator dokumenta `_id` je jedinstvena 12-bajtna vrijednost koja se ponaša kao primarni ključ [3]. Vrijeme je reprezentovano ISO (*International Organization for Standardization*) 8601 standardom. Podaci koji se upisuju u MongoDB bazu podataka se serijalizuju. Kao okvir za serijalizaciju se koristi POCO (*Plain Old Common Language Runtime Object*) klasa `Odmjerak`:

```
public class Odmjerak
{
    [BsonId]
    public ObjectId Id {get; set;}
    public int SenzorId {get; set;}
    public DateTime Vrijeme {get; set;}
    public decimal Temperatura {get; set;}
    public decimal Vlaznost {get; set;}
}
```

Atribut ili anotacija `BsonId` se koristi za specifikaciju polja koje se ponaša kao identifikator dokumenta (ekvivalent primarnom ključu). Klijentska biblioteka za MongoDB izvršava serijalizaciju/deserijalizaciju podataka. Kada se podaci dobiju od senzora, formira se instanca klase `Odmjerak`, koja se poslije toga serijalizuje i upisuje u bazu podataka.

## ORGANIZACIJA PODATAKA

Podaci koje generiše senzor su vremenski podaci (eng. *time series data*). Svake sekunde se kreira po jedan dokument koji reprezentuje odmjerene vrijednosti. Jedna od strategija je čuvanje prosječne vrijednosti na nivou jednog minuta ili sata. Prosjek se može računati u okviru senzora u okviru Web aplikacije. Na taj način se smanjuje količina generisanih podataka, što podrazumijeva i smanjenje potrebnog skladišnog kapaciteta. Međutim, na taj način se gubi rezolucija mjerenja. U okviru dokumenta koji sadrži prosjek (npr. na nivou jednog minuta), moguće je čuvati i pojedinačne odmjerke u vidu niza ili poddokumenta, što je prikazano u tabeli 1.

Primjenom ove strategije, rezolucija ostaje očuvana, ali se povećava kompleksnost dokumenta. To znači da se umjesto 60 dokumenata po minuti, kreira samo jedan dokument (nakon čega se vrši 59 ažuriranja). Ažuriranje može da dovede do povećanja veličine dokumenta. Ako ažuriranje prouzrokuje da veličina dokumenta prevaziđe trenutno alocirani kapacitet, MongoDB će izvršiti realokaciju dokumenta, i premjestiće ga na mjesto na disku sa dovoljno kapaciteta. Ažuriranja sa realokacijama traju duže od ažuriranja na

mjestu [4]. Zato je pri inicijalnom kreiranju dokumenta preporučljivo da se uradi prealokacija. Ako su odmjeri predstavljeni preko niza, odmah se kreira niz sa očitanom vrijednošću i 59 vrijednosti (inicijalno postavljenih na nulu). A, ako su odmjeri predstavljeni preko poddokumenata, kreira se poddokument sa 60 polja. Na taj način se umjesto veće količine upisa, radi veća količina ažuriranja.

*Tabela 1. Predstavljanje odmjeraka preko niza ili poddokumenata*

Predstavljanje odmjeraka preko niza	Predstavljanje odmjeraka preko poddokumenta
<pre>{   "Id": 1   "SensorId": 1,   "Vrijeme": "2015-11-16",   "Temperature": [20, 20,   ..., 21],   "Vlaznosti": [80, 80, ...,   79] }</pre>	<pre>{   "Id": 1   "SensorId": 1,   "Vrijeme": "2015-11-16",   "Temperature": {     0: 20,     1: 20,     ...,     59: 21   },   "Vlaznosti": {     0: 80,     1: 80,     ...,     59: 79   } }</pre>

## ZAKLJUČAK

Rad sagledava dodirne tačke između dva globalno popularna trenda: Big Data i IOT. Tržišni zahtjevi po pitanju volumena podataka i mogućnosti njihove obrade su doveli do vidljivog trenda rasta popularnosti i upotrebne vrijednosti NoSQL baza podataka, koje su poglavlje u okviru Big Data koncepta. Proces akvizicije senzorskih podataka

podrazumijeva kreiranje interfejsa koji vrši konverziju HTTP zahtjeva u oblik pogodan za upis u odgovarajuću bazu podataka. Dokument orijentisane baze podataka, kao što je MongoDB, sa svojim hijerarhijskim modelom podataka se mogu koristiti za skladištenje senzorskih podataka. Struktura dokumenata se može modelovati klasama u maniru objektno orijentisanog programiranja. Pri modelovanju treba voditi računa o performansama upisa i čitanja podataka. Strategija agregacije senzorskih podataka koji se rijetko mijenjaju i prelokacija dokumenata predstavljaju tehnike za optimizaciju performansi. Evidentno je da se korištenjem standardnih interfejsa distribuiranih baza podataka može vršiti prikupljanje i skladištenje senzorskih podataka, imajući u vidu skalabilnost datog sistema.

## LITERATURA

- [1] D. McMurtry, A. Oakley, J. Sharp, M. Subramanian, H. Zhang, *Data Access for Highly-Scalable Solutions: Using SQL, NoSQL, and Polyglot Persistence*. Microsoft, USA, 2013
- [2] Microsoft Corporation (2009). Extreme ASP.NET - The Life And Times of an ASP.NET MVC Controller [Online]. Available: <https://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dd695917.aspx>
- [3] MongoDB, Inc. (2015). ObjectId [Online]. Available: <https://docs.mongodb.org/manual/reference/object-id/>
- [4] MongoDB, Inc. (2015). Write Operation Performance [Online]. Available: <https://docs.mongodb.org/manual/core/write-performance/>

## ***APPLICATION OF DOCUMENT ORIENTED DATABASES ON SENSOR DATA STORAGE***

**Abstract:** *NoSQL databases became popular because of their possibility to answer to scalability requests. This paper deals with sensor data storage into document oriented databases, which are one of the most flexible NoSQL solutions. HTTP protocol possibilities to transfer sensor data to server system were discussed. Strategies for efficient data acquisition were listed. Options for data modelling and organisation were discussed, as well as influence of that data organisation on performance.*

**Keywords:** *Big Data, NoSQL, IOT, MongoDB*



## УПОТРЕБА ПЛАТФОРМЕ ЗА Е-УЧЕЊЕ У ОБУЦИ КОНТРОЛОРА ЛЕТЕЊА

**Зоран Б. Рибарић<sup>1</sup>, Зоран Ж. Аврамовић<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>докторант Паневропског универзитета АПЕИРОН, Бања Лука

<sup>2</sup>Саобраћајни факултет Универзитета у Београду

**Сажетак:** Динамику развоја ваздухопловства треба да прати и одговарајућа обука ваздухопловног особља, а тиме и контролора летења. Учесници у пословима контроле летења треба да функционишу као добро уигран тим, а њихова обука треба да буде једно-времена и синхронизована, ради постизања хармонизације знања и вештина. Просторна баријера је у супротности са начелом једновремене и синхронизоване обуке. Употреба платформе за е-учење омогућује превазилажење те баријере, а функционисање система обуке чини ефикасним, економичнијим и квалитативно бољим.

**Кључне речи:** е-учење, MOODLE платформа, стручна специјалистичка обука, ваздухопловно особље, контролор летења.

### 1. УВОД

Предмет истраживања рада је имплементација наставних садржаја у обуци контролора летења уз сагледавање и опис е-learning платформе и њених погодности за ову примену. У том контексту биће дат кратак осврт на постојање е-learning-a, упоређење између традиционалне наставе и е-наставе у обуци контролора летења уз навођење погодних платформи за имплементацију е-наставе.

У раду ће бити сагледана и истражена регулатива и стандарди у области ваздухопловства, а везано за послове ваздухопловног особља. Потом, рад истражује и описује погодну платформу за креирање и организовање е-наставе, како би обука контролора летења била ефикаснија и квалитетнија. Практични део рада приказује употребу MOODLE платформе за креирање е-курса у сврху обуке контролора летења.

Сврха истраживања је приказ употребе савремених информационо-комуникационих технологија у домену обуке контролора летења.

#### 1.1. Значај и актуелност рада

Управљање ваздушним простором представља сложен процес, посебно у условима повећања интезитета ваздушног саобраћаја, где ситуације у којима се могу наћи ваздухоплови (квар авиона, болест путника, терористички акт, летење у сло-

женим метео условима ...), подразумевају хитну и једино могућу реакцију контролора летења – правилан поступак са авионом у нужди, а да при томе не угрозимо никог.

Значај рада се огледа у бољем разумевању и схватању послова и активности које обављају контролори летења и улоге коју они имају у остваривању ефикасне контроле ваздушног простора.

Практичним примером, креирањем и имплементацијом дела наставних садржаја на MOODLE платформи и успостављањем система обуке, указано је на место и улогу коју има обука контролора летења усмерена на подизање нивоа интероперабилности и способности.

Увођењем и имплементацијом наставних садржаја на MOODLE платформи омогућићемо и цивилним и војним контролорима летења приступ садржајима (по значају и актуелности) не само у формалној обуци него кад год за то неко има потребу.

### **1.2. Циљ рада**

Анализом и описом најважнијих активности током организовања и реализације наставних садржаја на MOODLE платформи, а везаних за обуку контролора летења, остварићемо циљ овог рада, а то је указивање на потребу и неопходност, како теоријски, тако и практичним приказом увођења е-наставе на поменутој платформи, ради подизања квалитета обуке и нивоа способности.

Стручни циљ јесте експертски, теоријски и практичан опис система за е-учење и анализа активности везаних за функционисање система обуке на MOODLE платформи за контролоре летења. Општи циљ овог рада јесте да рад буде од практичне користи, пружи нова сазнања и информације и подиже квалитет обуке.

### **1.3. Основне поставке рада**

Основна хипотеза на којој се базира овај рад је да динамика процеса операционализације ваздушног саобраћаја и простора указује да је квалитетна обука људских ресурса (контролора летења) најзначајнија за ефикасно функционисање система. Обука контролора летења је од виталног значаја за способност контроле летења и спроводи се ради остваривања, како стратешких и оперативних тако и тактичких циљева и интереса.

## **2. ШКОЛОВАЊЕ КОНТРОЛОРА ЛЕТЕЊА ПО ЕУ СТАНДАРДИМА**

Квалитетна обука кадрова заснована на стручности представља кључну компоненту унапређења безбедности у ваздушном саобраћају. Стални и брзи развој ваздухопловства намеће ритам развоја школског система у свим његовим грамама. Учење, односно, обучавање особља, као непрекидан, сталан процес, мора бити приоритет сваког система ваздушног саобраћаја заснованог на оперативном раду, па тако и система контроле летења. Висок ниво ефикасности образовног

система може се постићи искључиво сталним праћењем и унапређивањем школовања у складу са оперативним захтевима, као и међународним трендовима.

У земљама чланицама ЕСАС<sup>2</sup> обавезно је усклађивање националних прописа са одредбама датим у ЕАСА<sup>3</sup> документима. Захтеви, који се односе на обуку контролора летења, дати су и стандардизовани у Спецификацији о заједничком минималном садржају почетне обуке<sup>4</sup> (у даљем тексту Спецификација), како би се обезбедила уједначеност у пружању услуга и лиценцирања контролора летења.

Почетна обука контролора летења се одвија кроз курсеве који се пројектују комбинацијом одговарајућих модула у зависности од потребног знања и вештина које се изучавају за стицање појединих овлашћења.

Модуларним приступом, уз употребу савремених метода обуке, обезбеђује се квалитетније и ефикасније стицање знања и вештина. Овакав приступ обуке омогућава и већи степен флексибилности у планирању људских ресурса и потреба особља који спроводе обуку, као и приликом различитих захтева корисника.

Време потребно за реализацију модула одређује се у зависности од захтева корисника, прописаног садржаја, облика и метода обуке. Дужина обуке зависи, такође, од врсте овлашћења и потребног броја часова енглеског језика.

У складу са захтевима и препорукама EUROCONTROL-а о минималном садржају обуке развијено је осам модула обуке контролора летења, који обухватају основну обуку, обуку за основна овлашћења и обуку за додатно овлашћење Терминалне контроле летења.

1. Основна обука контролора летења / Initial Training - Basic Training,
2. Обука за овлашћење *Аеродромска контрола – визуелна (ADV) / Initial Training - Aerodrome Control Visual Rating Training,*
3. Обука за овлашћење *Аеродромска контрола – инструментална (ADI) / Initial Training - Aerodrome Control Instrument Rating Training,*
4. Обука за овлашћење *Прилазна контрола – процедурална (APP) / Initial Training - Approach Control Procedural Rating Training,*
5. Обука за овлашћење *Прилазна контрола надзорна (APS) / Initial Training - Approach Control Surveillance Rating Training,*
6. Обука за овлашћење *Обласна контрола – процедурална (ACP) / Initial Training - Area Control Procedural Rating Training,*
7. Обука за овлашћење *Обласна контрола – надзорна (ACS) / Initial Training - Area Control Surveillance Rating Training,*
8. Обука за овлашћење *Терминална контрола (TCL) / Initial Training - Terminal Control Rating Training.*

---

<sup>2</sup> енгл. European Civil Aviation Conference (Европска конференција цивилног ваздухопловства)

<sup>3</sup> енгл. European Aviation Safety Agency (Еропска агенција за сигурност ваздушног саобраћаја)

<sup>4</sup> енгл. Specification for the ATCO Common Core Content Initial Training

Обука контролора летења је подељена у четири дела, као што је приказано на слици 1.



Слика 1. Обука контролора летења

Предмети који се пручавају су:

1. Introduction to the course (INTRB) - Увод у курс,
2. Aviation Law (LAWB) - Ваздухопловно право,
3. Air Traffic Management (ATMB) - Менаџмент контроле летења,
4. Meteorology (METB) - Метеорологија,
5. Navigation (NAVB) - Навигација,
6. Aircraft (ACFTB) - Ваздухоплови,
7. Human Factors (HUMB) - Људски фактор,
8. Equipment (EQPMB) - Уређаји и системи,
9. Professional Environment (PENVB) - Професионално окружење.

Садржај курса подељен је у адекватан број предмета (програмских целина), а на основу захтева за лиценцирање контролора летења наведених у ICAO Annex 1. Ови предмети се деле на јединице обуке (предметне модуле), које представљају релативно независне дидактичке целине, али могу бити мање или више, међусобно условљене и повезане.

### 3. Е-НАСТАВА ЗА ОБУКУ КОНТРОЛОРА ЛЕТЕЊА НА MOODLE ПЛАТФОРМИ

#### 3.1. Основне карактеристике MOODLE платформе

Учење на даљину неминовно захтева коришћење савремених информатичких алата. Први on-line курсеви су само испоручивали студијске програме и материјале на Web. Са новим захтевима, као што су праћење напредовања у учењу, бележење резултата рада и учења, долази до усавршавања алата, па се такав систем за управљање процесом учења зове Learning Management System (LMS) [7].

MOODLE платформа за управљање учењем пружа наставницима пуну подршку у органи-зовању и извођењу on-line наставе. Неке од важнијих могућности MOODLE платформе су:

- израда већег броја курсева на једном систему,
- планирање курсева – распоред активности, календар,
- управљање корисницима, корисничким улогама и групама корисника на курсу,
- рад са већ постојећим датотекама и образовним садржајима,
- провера знања и оцењивање корисника,
- праћење активности корисника,
- многобројни алати за комуникацију и колаборацију између корисника,
- управљање системом – копије, статистике, логови, као и
- садржајан и користан систем помоћи.

### 3.2. Основна намена MOODLE платформе

Основна намена MOODLE платформе је омогућавање on-line учења. Не можемо поменути MOODLE а да га не повежемо са појмом „дигиталне учионице“.

MOODLE је мрежна или Интернет апликација, али се може инсталирати и користити на истом (једном) рачунару. Ако под „дигиталном учионицом“ подразумевамо кабинет опремљен рачунарима који су повезани у рачунарску мрежу, када постоји могућност да инсталирамо MOODLE на тој мрежи на једном рачунару, а да му са осталих рачунара приступају корисници. Уколико „дигитална учионица“ има приступ Интернету, онда је могуће да имамо сопствени или изнајмљени Web сервер на Интернету, или да користимо неки изнајмљени приступ. За сопствену инсталацију у локалној мрежи потребно је међутим да познајемо инсталацију Web сервера (Apache) са PHP програмским језиком и сервера базе података (MySQL) или да користимо WAMP пакет (Windows пакет за инсталацију набројаних захтева).

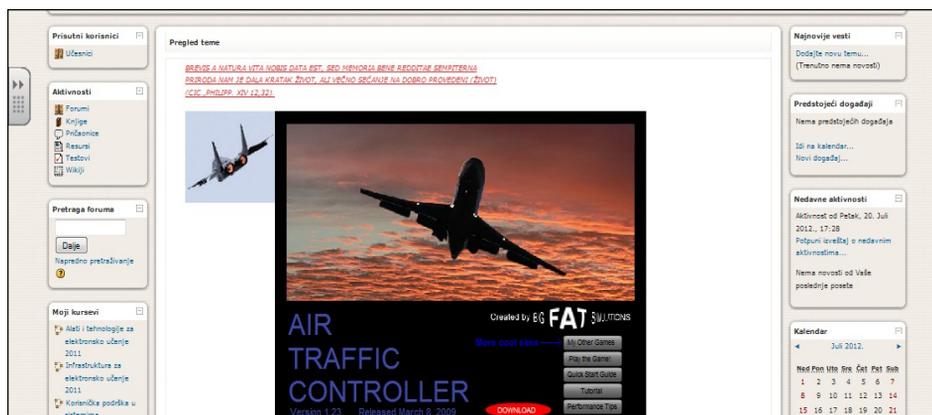
### 3.3. Креирања наставних садржаја за обуку контролора летења

Креирање наставних садржаја на MOODLE платформи је могуће у току припрема за извођење обуке – курса, а ажурирање наставних садржаја је могуће непрекидно током трајања курса – обуке.

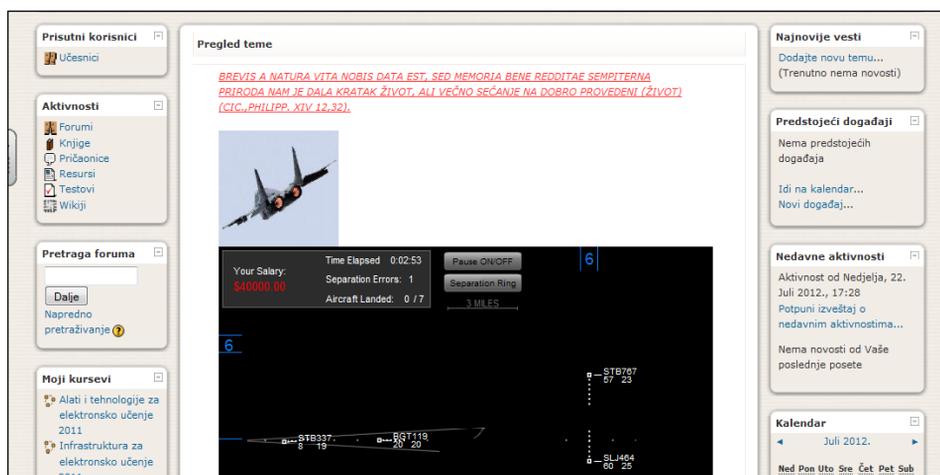
Изглед креираног е-курса дат је на слици 2.

На слици 3. је приказан садржај странице креираног курса.

Страница креiranог курса се састоји од три вертикална дела, или стуба, у оквиру којих се налазе презентована обавештења о курсу и сами наставни материјали које смо креирали, с тим да се централни вертикални стуб користи као радна платформа за наставника када је задејствована опција „укључи уређивање“ и радна платформа за кориснике који похађају курс приликом самог приступа курсу. Остала два вертикална стуба имају улогу обавештења и администрирања самим курсом.



Слика 2. Приказ креiranог курса



Слика 3. Приказ садржаја странице креiranог курса

Коришћењем понуђених опција за израду питања у оквиру теста, сами тестови, разноврсношћу и садржајем су квалитативно бољи. Оцене урађених тестова су

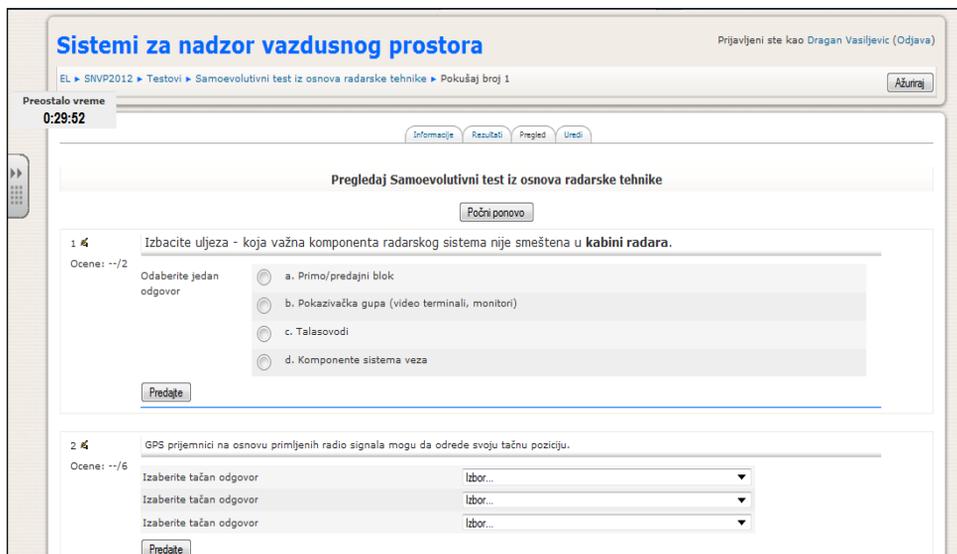
доступне одмах по изради самих тестова, тако да корисници без чекања могу имати увид у резултате урађеног теста, што представља још један квалитет MOODLE платформе. Приказ израђеног теста дат је на слици 4.

Поред описаног централног дела странице курса постоје још два вертикална стуба. У једном вертикалном стубу приказане су следеће опције:

- присутни корисници,
- активности,
- претрага форума,
- администрација и
- избор курсева (моји курсеви).

Други вертикални стуб приказује следеће опције:

- најновије вести,
- предстојећи догађаји,
- недавне активности,
- календар и
- блокови.



Слика 4. Изглед теста

### 3.4. Приказ коришћења интерактивних 3D алата у настави

У циљу постизања што бољих резултата у обуци на MOODLE платформу можемо поставити погодне алате за приказ и објашњење појединих појмова, склопова, начина рада и слично. Као погодан алат за креирање наставних садржаја у 3D техници одабран је EON creator 4.8 софтвер. Креатори курса могу да створе 3D

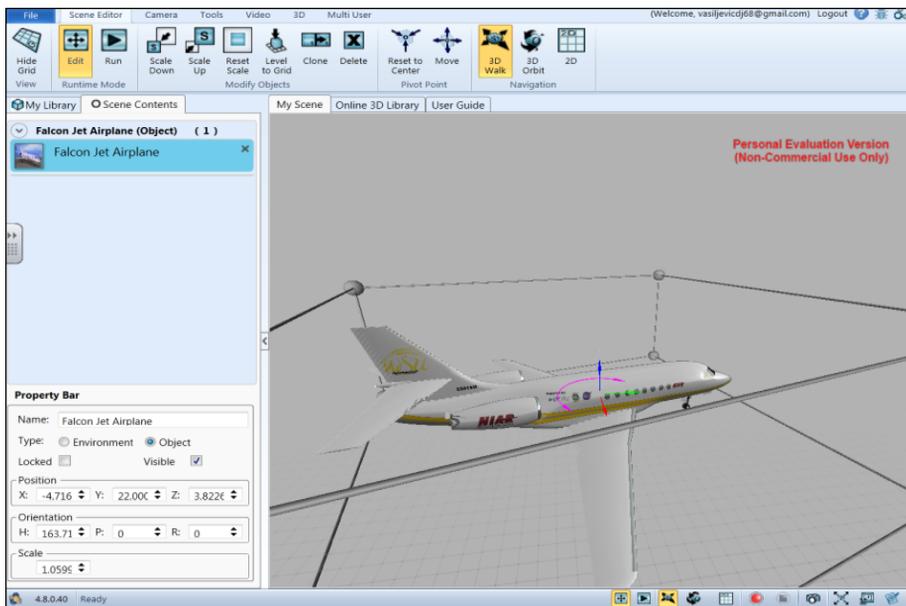
окружење за polaznike kursa koristeći na hiljade 3D modela EON portala i obogate nastavne materijale video i zvučnim efektima kao i dodatnim resursima (wikipedia, qwiki, power point prezentacije ...).

Pomoću ovog softvera mogu se kreirati 3D interaktivne učionice, što predstavlja dodatni kvalitet u nastavnom procesu. Razmena lekciija na relaciji kreator – korisnik je moguća pomoću EON experience player-a ili direktnim linkovima. Unos resursa iz palete EON portala vrši se jednostavnim oдабиром жељеног објекта и додавањем на радну површину.

Уношење ресурса објеката и креирања 3D садржаја дато је на слици 5.

Интерактивност са наставним садржајем корисник остварује активирањем неке од опција (приказане као иконе на слици), које му стоје на располагању, као што је директно повезивање са wiki страницима које објашњавају поједине елементе (одабир погодне wiki странице извршио је кreator наставне јединице). Активирањем иконе Quiz корисник приступа тесту знања (питања – вишеструки избор одговора). Кориснику је омогућена активна навигација и кретање кроз простор. Кreator kursa не мора користити готове садржаје већ их може сам креирати и поставити у оквиру наставне јединице или као текст или као Power point презентацију, коју корисник може активирати једноставним одабиром погодне иконе.

Симулација је поједностављена имитација понашања неке стварне ситуације или неког процеса која се изводи најчешће с циљем учења, тестирања или тренинга. Увођење, извођење и анализа резултата симулације омогућује да се процес учења одвија по принципу „учење кроз рад“ којим се искуство изграђује у безбедном окружењу, без бојазни од негативних последица које су могуће у реалном свету.



Слика 5. Унос података и креирања 3D садржаја

У синтагми „симулациона игра“ речју „игра“ жели се нагласити њена неризичност, занимљивост, динамичност те могућност понављања истих или сличних сценарија. Такође, жели се нагласити и да учење постаје забавно, те да се до знања посредством симулације долази процесом „учења кроз игру“[9].

Распон симулационих игара изузетно је разнолик од (а) оних које се изводе играњем улога, преко (б) оних у којима се користе различити предмети као што су нпр. подлоге за играње и жетони налик на оне у друштвеним играма типа „човече не љути се“, све до оних (в) које су у потпуности подржане рачунарским симулационим моделима.

#### 4. ЗАКЉУЧАК

Напретком и брзим развојем информационо-комуникационих и Интернет технологија стварају се повољни услови за њихово коришћење у настави.

У емпиријском делу овог рада утврђени су позитивни ефекти примене савремених наставних средстава кроз ефикасније усвајања знања и вештина контролора летења, шта утиче на оптимизацију процеса обуке, уштеду ресурса и повећање безбедности у процесу обуке.

Све то упућује на закључак да би требало више порадити на усавршавању наставног процеса кроз израду мултимедијалних софтвера и њиховог коришћења у процесу обуке, увођење погодне платформе за имплементацију е-наставе (у конкретном случају то може бити MOODLE платформа), да би корисници стекли искуства везана за учење уз помоћ рачунара и употребу мултимедијалних садржаја. Овако реализована настава би допринела ефикаснијем и мотивисанијем наставном процесу, а тиме и значајно подигла квалитет обуке.

Реализације е-курса за обуку контролора летења омогућује превазилажење проблема везаних за обраду наставних садржаја, а који се огледају у временским и просторним баријерама.

Овако креиран курс омогућује квалитетну обуку контролора летења, кроз практичне примере и уз примену симулационих модела описаних у раду. На тај начин корисницима је омогућена практична примена научених лекција уз отклањање безбедносних ризика.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bauk S., Kopp M., Avramović Z.Ž., A Case Study on Introducing E-learning into Seafarers' Education, *JITA – Journal of Information Technology and Applications*, PanEuropean University APEIRON, Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina, 3(2013) 1:34-42, (UDC: 37.018.43:004.738.5), (DOI: 10.7251/JIT1301034B), Volume 3, Number 1, Banja Luka, jun 2013 (1-60), ISSN 2232-9625 (print), ISSN 2233-0194 (online).
- [2] Сарачевић, М., Милошевић, Д., Међедовић Е., и Новалић Ф. (2011). Технологија, информатика, образовање за друштво учења и знања, б. *међународни симпозијум*, Технички факултет, Чачак.

- [3] Цекуш, Г., Наместовски, Т. (2005). Примена рачунара на наставним часовима. Међународна научно-стручна конференција: *Савремене информатичке и образовне технологије и нови медији у образовању*, Сомбор, Србија
- [4] Basnet, C., Scott, J.L. (2004). A spreadsheet based simulator for experiential learning in production management, *Australian Journal of Educational Technology*, 20 (3), 275-294, Аустралија
- [5] Bersin, J. (2004). *The blended learning book*. San Francisco: Pfeiffer-John Wiley & Sons.
- [6] Fallon, C., Brown, S. (2003). *E-learning Standards: a Guide to Purchasing, Developing and Deploying Standards - Conformant E-learning*. Boca Raton: St. Lucie, CRC Press.
- [7] Holmberg, B. (2005). *The Evolution, Principles and Practices of Distance Education*. Studien und Berichte der Arbeitsstelle Fernstudienforschung der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Volume 11, Open Learning, 21, 273-277.
- [8] Key Facts (2015), University of London External Programme Website. uk.alhea.com
- [9] Smoot, S.R., Nam, T.K. (2012). *Private Cloud Computing Consolidation, Virtualization, and Service-Oriented Infrastructure*, Elsevier. Waltham, MA: Morgan Kaufmann.
- [10] Work in Progress (2010). Self Evaluation Through Monitored Peer Review Using the Moodle Platform. Conference Paper, DOI:10.1109/FIE.2006.322458. *Frontiers in Education Conference*, 36th Annual, www.moodle.org
- [11] Avramović Z.Ž., Stojković M.M., Stanković S.D. (1996). Ingenieur Ausbildung fuer die Jugoslawischen Eisenbahnen, *Signal+ Draht*, Tetzlaff Verlag, Hamburg, Nemačka, 88, 7/8, 31–34.

## **USING OF THE PLATFORM FOR E-LEARNING IN TRAINING AIR TRAFFIC CONTROLLERS**

**Abstract:** *The dynamics of aviation sector development in general, must be accompanied by appropriate training of ANS personnel, and therefore the Air Traffic Controllers. The participants in the activities of Air Traffic Control should function as a well-coordinated team and their training should be simultaneous and synchronized, in order to achieve the harmonization of knowledge and skills. A spacious barrier is contrary to the principle of simultaneous and synchronized training; employing an e-learning platform allows overcoming the barrier, and enables training system to function in an efficient, economical and qualitatively better way.*

**Key words:** *e-learning, MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) platform, professionally specialized training, ANS Personnel, Air Traffic Controller.*



## IMPLEMENTACIJA LEKCIJE EVIDENCIJA KAPITALA U MOODLE SISTEM

Željko Stanković<sup>1</sup>, Ljiljana Tešmanović<sup>2</sup>, Irena Brajović<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fakultet za informacione tehnologije Apeiron, Banja Luka, <sup>2</sup>Zavod za udžbenike, Beograd, <sup>3</sup>Osmo gimnazija, Beograd

**Apstrakt:** Rad se zasniva na postojećem LMS softveru Moodle i prilagođen je rad sa mobilnim uređajima (tablet, pametni telefon). Uvođenjem savremenih nastavnih tehnologija u nastavni proces, na praktičanom primeru prezentovana je lekcija postojećeg nastavnog plana i programa za učenike drugog razreda srednjih stručnih škola obrazovnog profila finansijski administrator - predmet računovodstvo.

**Ključne reči:** e-learnig, kurs

### UVOD

Modular object oriented dynamic learning environment (Moodle) je na prvom mestu kada govorimo o e-learnig platformi, alatima i softverima namenjenim akademskim institucijama s obzirom da predstavlja objedinjeni skup alata koji nam omogućava da pristupimo zajedničkim izvorima znanja, razmenu edukativnog materijala, dogradnju dodatnih modula kako bi se njegova upotrebna funkcionalnost proširila (praćenje rada učenika/studenata, testiranje, ocenjivanje, ostvarivanje interaktivne komunikacije učesnika u procesu izvođenja nastave, itd.). Potvrda njegovog kvaliteta je i u činjenici da se svakodnevno broj korisnika uvećava, kontinuirano se razvija, njegova baza se proširuje i obogaćuje. Razvoj komunikacione tehnologije, pametnih uređaja, omogućava učenje na daljinu povezivanjem bežičnim putem pri čemu se ostvaruje interaktivna komunikacija učenik/student, učitelj/profesor. Na ovakav način, klasičan obrazovni sistem sa podrškom informacionih tehnologija prerasta u savremen sistem obrazovanja koji je dostupan svima.

S obzirom da Moodle kao jednog od najpoznatijih besplatnih softvera za kreiranje nastave za učenje na daljinu karakteriše jednostavnost i pristupačnost, razumljiva je njegova visoka zastupljenost u online univerzitetima, školskim ustanovama, obrazovnim institucijama. Svojim korisnicima obezbeđuje procese kao što su online predavanja, testovi, kvizovi, literatura a sa administrativnog aspekta uključuje kontrolu pristupa, sistem praćenja učenika/studenta, ažuriranje kurseva. Preuzimanje softverskog paketa,

njegove instalacije i podešavanja parametara, kreira se nalog i određuju se uloge korisnika sa različitim nivoima pristupa: administrator, nastavnik, učenik/student, gost. Sledeći korak jeste kreiranje kurseva koji sadrže video/audio zapise, tekstualne zapise, linkove. Interaktivan pristup učenju omogućava postavljanje foruma, pričaonice, dok testovi, kvizovi, radionice doprinose bržem i jedostavnijem usvajanju materije koja je obrađena. Na kraju kursta prati se evaluacija učenika.<sup>6</sup>

Moodle omogućava učenje na daljinu, pa je stoga vrlo koristan alat kako nastavnicima pružajući im više načina za prezentaciju gradiva tako i učenicima ne zahtevajući njihovo fizičko prisustvo u datom vremenskom trenutku kada se obrađuje određena nastavna jedinica/gradivo. Jednostavan pristup aplikaciji, digitalnom sadržaju kako i provera stečenog znanja omogućava lako i brzo usvajanje materije kako bi se dalje praćenje gradiva odvijalo bez poteškoća.

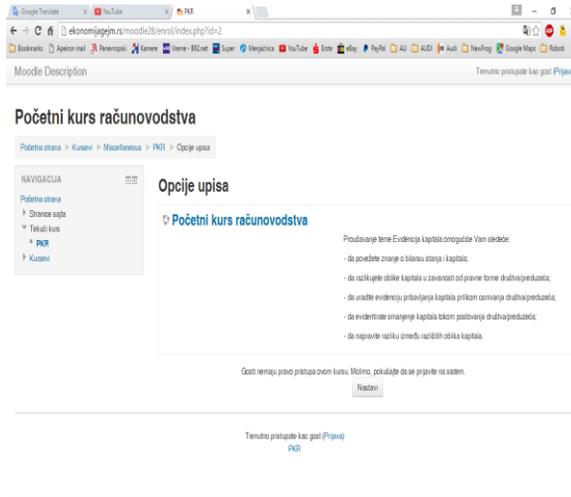
## **I POČETNI KURS RAČUNOVODSTVA 2 – EVIDENCIJA KAPITALA**

Koncept kursa baziran je na empiriji. Višegodišnje profesionalno angažovanje u nastavi, rad sa učenicima i saradnja u kreiranju e-nastavnog materijala rezultirale su idejom da se šablonski predstavi i učini svima dostupnim aktuelno znanje i novine iz oblasti računovodstva kroz kreiranje strukture prezentovanog početnog kursa. Izabrani material za prezentaciju u radu obrađuje temu nastavne jedinice važećeg nastavnog plana i programa predmeta Računovodstvo za drugi razred srednjih stručnih škola, obrazovni profil Finansijski administrator. Definisana je tema Evidencija kapitala i podteme predviđene nastavnim planom i programom. Kurs predstavlja primer kako se može prezentovati nastavni material.

Cilj predstavljanja Računovodstva kroz kurs je da se približi i ukaže na jednostvanost u obradi gradiva kako bi se iskoristile prednosti e-learnig sistema za savremeno praćenje i organizovanje nastave sa aktuelnim podacima iz privrede.

Sadržaju kursa se može pristupiti kroz ulogu administratora i učenika kojima je kurs i namenjen na osnovu korisničkog imena i šifre. Adresa linka kursa lekcija Evidencija kapitala:

<http://ekonomijagejm.rs/moodle28/course/view.php?id=2>



Slika 1. Početna strana kursa

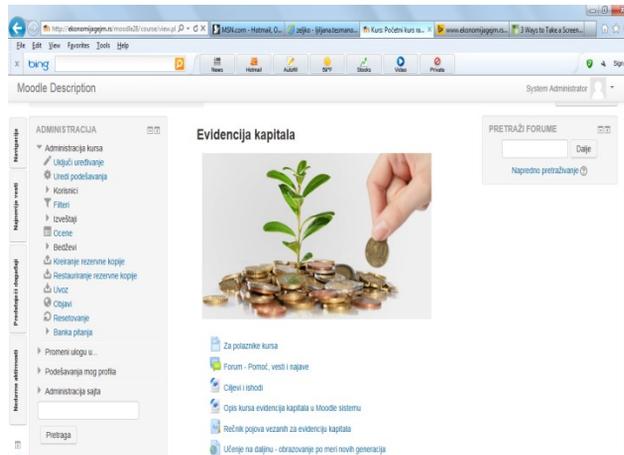
## II KONCEPT LEKCIJE

Prilikom kreiranja lekcija akcentat je stavljen na objektivne kriterijume koji bi trebalo da motivišu učenike u korišćenju predstavljenog kursa kao i na kvalitet sadržaja, aktuelnost podataka, prilagođenost temi nastavne jedinice previđene planom. Kako je obrada nastavne teme predviđena za period od 12 časova, u trajanju od četiri nedelje, u odnosu - čas obrade, dva časa vežbanja, sadržaj po dubini i širini omogućava postizanje nastavnog cilja kroz tekstualni deo i primere za vežbu kao i samoevaluativni test. Ostali zadaci i aktivnosti za učenike nalaze se u vodiču za aktuelni čas (slika br. 2).



Slika 2. Vodič za polaznike kursa

U uvodnom delu lekcije učenici se upoznaju sa temom koja će biti obrađena i sa ishodima koje će postići nakon završene obrade što se može videti na slici br. 2a.



*Slika 2a. Uvodni ekran obrađene teme Evidencija kapitala*

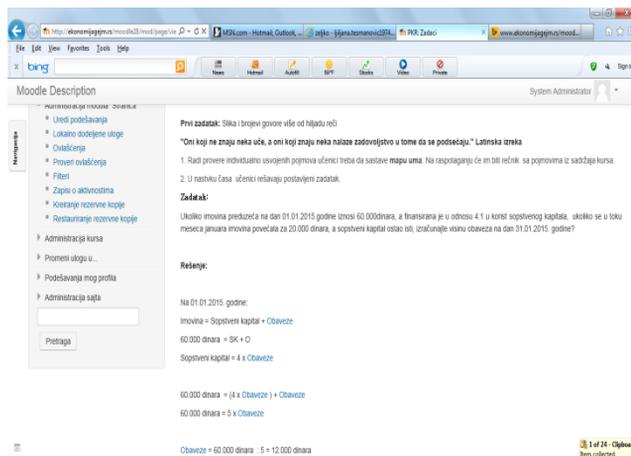
Sadržaj lekcije sastoji se iz linearnog niza stranica u obliku teksta i šema koje omogućavaju jednostavno usvajanje gradiva. Nakon svake stranice koju učenici treba da savladaju dolazi stranica sa pitanjima u kojima se od učenika zahteva tačan odgovor kako bi nastavio sa daljim učenjem, odnosno, ukoliko učenik nije odgovorio tačno, onemogućeno mu je dalje kretanje kroz gradivo, sa ograničenjem od dva pokušaja.

Cilj ovakve postavke u prezentovanju nastavnog gradiva je u povećanju angažovanja učenika kao i u savladavanju nastavne jedinice. Učenik u svakom trenutku može da isprati stepen savladavanja lekcije ali jedini preduslov koji mora da ispuni jeste da savlada predhodni deo (prezentovani sadržaj na ekranu) lekcije koja se obrađuje kako bi pristupio novom gradivu.

Savladavajući predviđeno gradivo učenik prelazi na novu lekciju koja je rešena po istom principu. Kako je obrada nastavnog sadržaja predviđena za 12 časova, nastavnik ima mogućnost da podesi datum dostupnosti gradiva.

Lekcije su koncipirane za samostalno savladavanje gradiva uz pomoć pitanja koja su uslov za napredovanje u usvajanju materije. Njihov način prezentacije predstavlja koncept programiranog učenja.

Savladavanjem teoretskog dela lekcije učenik prelazi na praktičnu primenu znanja kroz rešavanje primera (sl. 3) kako bi se proverio dostignuto znanje i veštinu za rešavanje konkretne situacije.



*Slika 3. Primer zadatka*

### III TEST ZA PROVERU USVOJENOG ZNANJA

Savladavanje teoretskog dela gradiva i njegova primena kroz rešavanje primera u zadacima kao potpuno savladavanje predocenog gradiva omogućava nam samoevaluativni E PRAKTICNI test koji zaokružuje prezentovanu nastavnu oblast. Pre početka testa objašnjen je postupak rešavanja, jer su sadržana teoretska pitanja kao i pitanja zadaci koji se rešavaju izvan sistema, odnosno u sistem treba uneti rešenje. Vreme rešavanja testa je ograničeno na 20 minuta i može se raditi tri puta.

Kako bi učenici individualno proverili stepen usvojenog gradiva potrebno je da sastave Mapu uma koju kreiraju na sajtu <https://www.mindmup.com> Tom prilikom koriste Rečnik adekvatnih pojmova iz kojeg biraju jedan termin gde na osnovu njegove definicije kreiraju mapu uma koja ga najbolje oslikava.

Opseg bodovanja individualno savladanog gradiva unapred je definisan kao što je prikazano na sl. 4.

Stavka ocene	Izračunati ponder	Ocena	Opseg	Procenat	Povratne informacije	Dopinos ukupnoj oceni na kursu
<b>Početi kurs računovodstva</b>						
Čitki kapitula	-	-	0-100	-	-	-
Esej na temu: „Uloga sopstvenog kapitala na imovinu preduzeća“	-	-	0-100	-	-	-
Mape uma (submission)	-	-	0-80	-	-	-
Mape uma (assessment)	-	-	0-20	-	-	-
Formiranje i promena sopstvenog kapitala kod otaklog društva	-	-	0-100	-	-	-
Zadatak 1	-	-	0-100	-	-	-
Zadatak 1	-	-	0-100	-	-	-
Zadatak 2	-	-	0-100	-	-	-
<b>Ukupno za kurs</b>	-	-	<b>0-700</b>	-	-	-

Slika 4. Individualna provera usvojenog gradiva

Nastavnik ima potpunu kontrolu nad kursom. Svi osvojeni poeni za savladavanje lekcija, rešene zadatke, dakle kompletne informacije o aktivnostima učenika su na raspolaganju nastavniku. Naredni ekran (sl. 4a) prikazuje faze radionice prezentovane lekcije.

Faza podešavanja radionice	Faza prezentacije radionice	Faza procenivanja	Faza ocenjivanja evaluacije (procenat)	Zatvoreno
<ul style="list-style-type: none"> <li>Prostite opis radionice</li> <li>Način ocenjivanja za predaju radionice</li> <li>Uvedi obrazac za procenu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Način ocenjivanja za procenu</li> <li>Način ocenjivanja za predaju radionice</li> <li>Uvedi obrazac za procenu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Način ocenjivanja za procenu</li> <li>Način ocenjivanja za predaju radionice</li> <li>Uvedi obrazac za procenu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Način ocenjivanja za procenu</li> <li>Način ocenjivanja za predaju radionice</li> <li>Uvedi obrazac za procenu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Način ocenjivanja za procenu</li> <li>Način ocenjivanja za predaju radionice</li> <li>Uvedi obrazac za procenu</li> </ul>

Slika 4a. Individualna radionica za učenike

Ocena testa je jedina i konačna za prezentovano gradivo i iznosi 100% od konačne ocene date obrađene oblasti pri čemu 80% ocene čini ocena nastavnika a 20% čine ocene učenika koji pohađaju kurs. Na taj način se potstiče kritično mišljenje učenika.

## IV FORUM

Prijava učenika na forumu je obavezana a njegova namena je zapravo centar za pomoć učenicima u savladavanju gradiva. Omogućava im da postavljaju pitanja kao i da pretražuju postojeće odgovore kako nastavniku tako i učenicima koji su veštiji u savladavanju materije. U forumu je moguća diskusija, razmena pitanja, zadataka o temi nastavne jedinice. Ne postoji mogućnost dodavanja datoteka i slika, kako ni tema koje nisu predmet nastavnih jedinica.

## V ZAKLJUČAK

Primer prezentacije teme iz Računovodstva u Moodle sistemu je pokušaj da se ukaže na njegovu primenljivost i u srednješkolskom obrazovanju kao vid pomoći za savladavanje gradiva kada učenici nisu fizički prisutni u obrazovnim institucijama (škola).

Raspoloživ kao besplatan softver (zahvaljujući razvoju globalne mreže i internet tehnologijama) dostupan je svima koji su zainteresovani za širenje znanja pri čemu u kombinaciji sa tradicionalnim sistemom obrazovanja u našoj sredini može biti idealan vodič za prelazak na e-obrazovanje.

Prednost primene LSM softvera Moodle, u odnosu na tradicionalnu nastavu, je utvrđivanje standarda znanja koji učenik treba da usvoji, praćenje sopstvenog napredovanja tokom procesa učenja, tempo napredovanja koji odgovara individualnim karakteristikama učenika i aktivan odnos učenika prema nastavnom sadržaju, teorijskim znanjima koja usvaja, a zatim odmah i primenjuje.

Parcijalne provere znanja, razumevanje, vežbanje i utvrđivanje gradiva kao i permanentno izveštavanje o procesu učenja, uz zadovoljeni socijalni aspekt nastave, postojanje kolaborativnog sistema - foruma učenika, i izmereni rezultat, visok nivo postignuća učenika, ukazuje na zaključak da primenjeni LSM softver Moodle unapređuje kvalitet obrazovanja i postavlja savremene standarde u obrazovanju.

## VI REFERENCE

- [1] <http://www.it-modul.rs/05/2015/learning-management-system-broj-1-moodle/>
- [2] Učenje na daljinu – meta kurs, Nikolina Vidović, Petra Pajkanović, Ranka Đurić, Željko Stanković, Ljiljana Tešmanović, VII međunarodni naučno-stručni skup Informacione tehnologije za elektronsko Obrazovanje IteO 2015, Panevropski Univerzitet Apeiron, Banja Luka
- [3] dostupno na [http://www.iteo.rs.ba/sr/iteo2015\\_zbornik\\_radova](http://www.iteo.rs.ba/sr/iteo2015_zbornik_radova)
- [4] Vera Poznanić Leko, Računovodstvo za III razred Ekonomske škole, Zavod za udžbenike, Beograd, 2014. g.
- [5] Dr Danimir Mandić, Obrazovanje na daljinu, dostupno na [http://www.edusoft.rs/cms/mestoZaUploadFajlove/rad1\\_.pdf](http://www.edusoft.rs/cms/mestoZaUploadFajlove/rad1_.pdf)
- [6] Doc. dr Dijana Karuović, Projektovanje obrazovnog softvera 2, skripta, Zrenjanin, 2012.g. dostupn na <http://www.tfzr.uns.ac.rs/Content/files/0/ORS%202%20skripta.pdf>
- [7] Medan Darko, Učenje na daljinu, Master rad, Beograd, 2009.g. dostupno na
- [8] <http://elibrary.matf.bg.ac.rs/bitstream/handle/123456789/1904/ucenje%20na%20daljinu.pdf?sequence=1>



## KVIZ ZNANJA – SAVREMENA NASTAVNA METODA U PRVOM CIKLUSU OSNOVNOG OBRAZOVANJA

**Branislav Randelović<sup>1</sup>, Dragana Stanojević<sup>1</sup>, Željko Stanković<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Zavod za vrednovanje kvaliteta obrazovanja i vaspitanja, Beograd, Republika Srbija, <sup>2</sup>Zavod za unapređivanje obrazovanja i vaspitanja, Beograd, Republika Srbija

**Apstrakt:** Predznanja učenika sa kojima dolaze u školu zahtevaju i diktiraju promene koje su neophodne u nastavnim metodama, pre svega kako bi se dopunjavanjem i obogaćivanjem aktivnosti u radu sa učenicima kako bi se oni aktivno uključili i angažovali u nastavni proces. Jedan od najvećih izazova savremene škole jeste zainteresovati i uključiti svakog učenika u obrazovni proces. U radu će biti prikazano istraživanje u kome su nastavnici koristili kviz kao nastavnu. U istraživanju su ispitivane mogućnosti primene kviza znanja kao nastavne metode u mlađim razredima i stavovi nastavnika o ovoj nastavnoj metodi. Deo nastavnika koji su učestvovali u ovom istraživanju nikada nisu imali formalno informatičko obrazovanje, ali su ličnim i profesionalnim ulaganjem ovaj nedostatak prevazišli. U radu je predstavljeno istraživanje u kome su nastavnici koristili kviz znanja u nastavi matematike. Takođe su imali mogućnosti da koriste kvizove i u drugim predmetima.

**Ključne reči:** kviz, nastavna metoda, obrazovni standardi, postignuća učenika

### 1. UVOD

Dostignuća u oblasti informacionih tehnologija u poslednjih 20 godina su prevazišla sva očekivanja, pojedine društvene i prirodne naučne oblasti su u korak pratile brzi razvoj informacionih tehnologija. U oblasti obrazovanja praćenje dostignuća u sferi informacionih tehnologija i njihovo uključivanje u svakodnevnu školsku praksu mnogo je sporije od očekivanog.

Informacione tehnologije se u svakoj nastavnoj metodi koriste kao osnova za uključivanje učenika i angažovanje njihovih misaonih procesa kako bi se unapredile njihove kompetencije. Nastavna metoda je suština nastavnog procesa. Upotreba informacionih tehnologija u obrazovanju neophodna je u savremenom društvu, jer su informacione tehnologije sastavni deo vanškolskog života svakog učenika. Kompjuterske aplikacije u nastavnom procesu obezbeđuju da svi učenici budu uključeni u nastavni proces, što nije uvek slučaj kada se koriste klasične nastavne metode. Upotrebom informacionih tehnologija u nastavi otvara se veliki broj mogućnosti za primenu različitih nastavnih metoda za učenike za koje se pripremaju individualni obrazovni planovi. Iz informacionih tehnologija u oblast nastave najčešće se preuzimaju aplikativni programi koje korisnici sa minimalnim informatičkim znanjima mogu da koriste.

Kao bi se ostvarili obrazovni standardi na kraju određenog ciklusa potrebno je da se u skladu sa njima nastavni proces planira na četvorogodišnjem nivou. Četvorogodišnje planiranje zahteva od nastavnika da veoma pažljivo razmotre sve nastavne planove i programe kao i obrazovne standarde, da izaberu najprikladnije nastavne metode, ali imajući na umu da će učenici u razredu svojim angažovanjem uticati na ovaj sveobuhvatni proces.

Česta testiranja i usmene provere znanja su obavezan element u praćenju učeničkih postignuća i u većini slučajeva predstavljaju, ali imaju za cilj i vrednovanje učeničkih postignuća. Zbog čestih provera znanja ostaje otvoreno pitanje da li učenici uče samo zbog ocene ili je važna i njihova zainteresovanost za znanja koja stižu. Jedan od načina da nastavnik pridobije pažnju učenika i da se učenici zainteresuju je kviz znanja. Kviz se može implementirati na početku časa kako bi se proverila prethodna znanja, i učenički odgovori poslužili nastavniku kao smernice za dalji tok časa, isto tako na kraju časa nastavnik može koristiti kviz za utvrđivanje koliko su učenici savladali nastavnu temu. Kviz znanja stvara prijatnu klimu u razredu, gde svi učenici mogu imati priliku da učestvuju. Korišćenje kvizova u uvodnom delu časa je takođe dobar način da se proceni šta učenici već znaju i koliko su naučili. Zbog ovakve uloge kviza u nastavnom procesu veoma je važno da pitanja koja se učenicima postavljaju budu jasna, precizna i formulisana na takav način da nastavniku daju jasnu informaciju o stečenim znanjima. Učenici koji urade kviz pre nove lekcije osećaju se spremnije i manje anksiozno za test, i veruju da im kviz pomogao u napredovanju. (Brown & Talon, 2015)

Učenik kviz doživljava ko igru, a igra utiče na razvojne aspekte, i to: a) kognitivni (igra zahteva rešavanje problema, planiranje, kritičko mišljenje, kreativnost, evaluaciju, intelektualnu radoznalost, heuristiku ili otkriće, smisao za humor, itd.), b) razvoj govora (usvajanje jezičnih pravila i funkcija; igra je prostor verbalnih interakcija i snalaženja u njima; razvoj jezične kompetentnosti, itd.) c) socijalno-emocionalni (razvoj slike o sebi; samopoštovanja, samokontrola, samoregulacije, motivacije, empatije, prosocijalnog ponašanja; socijalizacija deteta razvojem socijalnih veština, tolerancije, grupne pripadnosti, itd.), d) psihomotorni (razvoj grube i fine motorike; razvoj muskulature, itd.). Igra ima posebno značajnu ulogu kod dece s nedostacima u telesnom razvoju. (A. Nikčević-Milković, 2010)

Udruženja profesora informatike Srbije pokazuju da 77% učenika koristi internet svakodnevno i to više od 4 sata dnevno, i potrebno je pronaći nastavne metode koje će nastavnicima pomoći da se izbore sa ovim izazovom. Sa druge strane isto istraživanje pokazuje da je u školama nedovoljan broj računara koji bi omogućili da ih učenici konstantno koriste na svim časovima, mali broj škola ima kabinet sa računarima za svakog učenika.

Postoje različiti besplatni internet alati koji služe za pripremanje on-line kvizova. Istraživanje koje je sproveo Udruženje profesora informatike Srbije pokazuje da škole u proseku imaju 28 računara za izvođenje nastave, i da svaka škola ima internet. Ovaj podatak nam ukazuje na to da u školama ne postoji dovoljan broj računara za svakog učenika jednog razreda koji bi imali pristup internetu u nastavnom procesu, korišćenje ovih alata u većini slučajeva bi bilo nemoguće.

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je imalo za cilj da ispita mogućnosti primene kviza znanja kao nastavne metode u svim odeljenjima koji imaju dostupan jedan računar i projektor i da ispita stavove nastavnika o upotrebi ove nastavne metode u matematici, i koliko ona može uticati na obrazovna postignuća učenika, a samim tim i na dostizanje nivoa obrazovnih standarda. Takođe su ispitani stavovi nastavnika o upotrebi kviza u drugim predmetima. Na osnovu istraživanja definisane su i preporuke za inoviranje nastave korišćenjem kvizova znanja koje će doprineti dostizanju očekivanih nivoa standarda postignuća.

## 3. ISTRAŽIVAČKI PROCES

Nastavnici koji su učestvovali u ovom istraživanju nisu nikada do tada koristili kviz kao nastavnu metodu i imali su minimalna informatička znanja. U akcionom istraživanju učestvovali su nastavnici razredne nastave, svi su prošli obuke za obrazovne standarde u prvom obrazovnom ciklusu i godišnje planiranje je usmereno ka ostvarivanju obrazovnih standarda. Za sve nastavnike koji su učestvovali u istraživanju organizovana je obuka na kojoj su se upoznali sa sadržajem koji im je dostupan za kreiranje nastavnog procesa na jednom času, upoznati su sa načinima kreiranja pitanja i imali su priliku da samostalno kreiraju zadatke na računaru. Kao primer je dat kviz kojim se proverava postignuća učenika iz oblasti razlomci u mlađim razredima. Obrazovni standardi koji se odnose na ovu oblast prikazani su u Tabeli 1.

*Tabela 1. Standardi za oblast Razlomci, Pravilniku o obrazovnim standardima za kraj prvog ciklusa obaveznog obrazovanja za predmete srpski jezik, matematika i priroda i društvo, Prosvetnom glasniku RS, 5/2011.*

Osnovni nivo	Srednji nivo	Napredni nivo
MA.1.3.1. Učenik ume da pročita i formalno zapiše razlomak $\frac{1}{n}$ ( $n \leq 10$ ) ume da prepozna taj razlomak kada je grafički prikazan.	MA.2.3.1. Učenik ume da prepozna razlomak $\frac{a}{b}$ ( $b \leq 10$ , $a < b$ ) kada je grafički prikazan na figuri podelje-noj na $b$ delova.	MA.3.3.1. Učenik ume da pročita, formalno zapiše i grafički prikaže razlomak $\frac{a}{b}$ ( $b \leq 10$ , $a < b$ ).
MA.1.3.2. Učenik ume da izračuna polovinu, četvrtinu i desetinu neke celine.	MA.2.3.2. Učenik ume da izračuna $n$ -ti deo neke celine i obrnuto i upoređuje razlomke oblika $\frac{1}{n}$ ( $n \leq 10$ ).	MA.3.3.2. Učenik zna da izračuna deo $\frac{a}{b}$ ( $b \leq 10$ , $a < b$ ) neke celine i ume to da koristi u problemskim zadacima.

Ostvarivanje standarda iz oblasti Razlomci izuzetno je važno u prvom ciklusu obrazovanja, jer se posredstvom uvođenja pojma određenog dela celine u skupu prirodnih brojeva formira način mišljenja koji prethodi razvitku pojma racionalnog brojeva, koji će učenici u Republici Srbiji izučavati u petom razredu osnovnog obrazovanja.

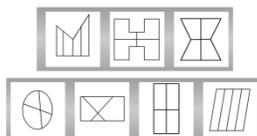
Planiranje praćenja učeničkih obrazovnih postignuća je veoma značajno u nastavnom procesu, jer obezbeđuje ostvarivanje nivoa svakog od postojećih standarda na nivou odeljenja. Svaki nastavnik analizom nastavnih planova i obrazovnih standarda postignuća izdvaja ključne obrazovne standarde koji će u toj školskoj godini biti razvijani, to radi na osnovu nastavnih sadržaja nastavnog programa i tema koje se izučavaju u tom razredu.

Primer kviza znanja sadržao je 30 pitanja. Pitanja u kvizu su i otvorenog i zatvorenog tipa, a svako pitanje je prošlo višestruku kontrolu kvaliteta valjanosti sadržaja. Pitanja u primer kvizu su nastavnicima omogućavala da se upoznaju sa različitim vrstama zadataka sa kojima mogu poveravati postignuća učenika. (Slika 1)

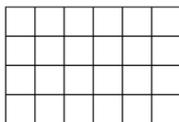
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25
26	27	28	29	30

### Питање 28

Које од фигура су подељене на четвртине?



### Питање 30



Направи заставу која је



### Питање 27

Сваке суботе Жељка купи 100 грама корнфлекса и дупло мању количину сушених банана. Од корнфлекса и банана прави мешавину коју користи за доручак уз млеко. Колика је маса Жељкине мешавине?



*Slika 1 Prikaz pitanja u primeru kviza koji je bio dostupan nastavnicima*

Takođe je i pripremljena uputstvo tj.preporuka, sa pravilima, na koji način realizovati kviz u učionici, kako bi nastavnici na jedinstven način koristili kviz koji im je ponuđen.

Učenci izvlače kartice i na taj način se raspoređuju u tri grupe - u istoj grupi su učenici koji imaju iste kartice. Prva počinje ekipa čiji je zbir godina svakog igrača najveći. Svako pitanje nosi određeni broj bodova koji je ispisan na samom slajdu, a učenici biraju pitanja na koje će odgovarati. Ako ne znaju odgovor na ponuđeno pitanje, druga grupa odgovara na pitanje, a ako ne zna ni druga grupa pravo na odgovor ima treća grupa. Učenik odgovara samo jedanput u ime svoje grupe, tj. na svako izabrano pitanje odgovara drugi učenik u grupi. Kada su svi učenici u jednoj grupi odgovorili na pitanja po jedanput, mogu se dogovoriti koji će od njih ponovo odgovarati na sledeća pitanja.

U upitniku koji su nastavnici popunili neposredno nakon obuke na pitanje „Da li ćete kviz koristiti u nastavi bar na jednom času do kraja školske godine?“ pozitivno je odgovorilo 100% nastavnika, na pitanje „Da li će vam kviz pomoći u kreiranju časa u kome su svi učenici uključeni?“ 88% nastavnika je pozitivno odgovorilo, dok je na pitanje „Da li će Vam kviz pomoći da obrazovna postignuća učenika budu bolja?“ 63% nastavnika se izjasnilo pozitivno. Takođe je nekolicina nastavnika (7%) iskazala nedoumicu u samostalnom kreiranju časa sa kvizom, navodeći kao razloge nedovoljnu informatičku pismenost.

## REZULTATI

Po završetku obuke nastavnici su imali četiri meseca u kojima su mogli da oprobaju kviz kao nastavnu metodu. Nakon ovog perioda obavljani su razgovori sa onima koji su koristili kviz znanja kao nastavnu metodu. U ovim razgovorima nastavnici su izneli svoje stavove. Od 30 nastavnika koji su bili u uzorku i učestvovali u obuci, u intervjuu je učestvovalo 24 nastavnika. Što znači da 80% nastavnika bar jednom koristilo kviz na času matematike. Sa svim nastavnicima obavljen je intervju istovremeno. Svi intervjuisani nastavnici istakli da su učenici bili veoma zainteresovani da učestvuju u ovakvoj aktivnosti, da je za klimu u razredu posebno bilo važno i to da nisu bili ocenjivani i da su svi mogli da odgovori na izabrano pitanje. Takođe su istakli da je ovakva nastavna metoda pomogla da se upotpuni njihova uobičajena praksa i da su se učenici interesovali kada će opet imati priliku da se oprobaju u kvizu.

Kviz, koji je dat kao primer, koristili su svi intervjuisani nastavnici, a 8 (26,67%) nastavnika je samostalno pripremlilo nove kvizove koristeći datu aplikaciju. Zaključci koji su proistekli iz razgovora sa nastavnicima u vezi sa kreiranje kviza su sledeći: učenici su bili visoko motivisani da učestvuju u kvizu; njihove aktivnosti su bile usmerene na rešavanje problema bez obzira da li su oni sami odgovarali na pitanje ili je drugi učenik odgovarao; uspostavljano je jedinstvo u svakoj grupi; nastavnici su imali precizniju sliku o postignućima svojih učenika. Nastavnici koji su samostalno pripremili kviz istakli su da im je ova nastavna metoda upotpunila časove i pomogla da na nesvakidašnji način prate napredak učenika i da identifikuju učenike kojima će biti potrebna dodatna podrška za savladavanje pojedinih nastavnih sadržaja.

## ZAKLJUČCI I PREPORUKE

Nastavna metoda kviz znanja kao osnovnu funkciju ima utvrđivanje učenički postignuća, pored toga ona obezbeđuje da su svi učenici uključeni u nastavni proces. Teorija i različiti pokazatelji u literaturi sugerišu da kvizovi kao sredstvo za učenje dovode do povećavaju zainteresovanost učenika i povećavaju postignuća na testovima. Istraživanje je pokazalo da su nastavnici koristeći primer kviz znanja mogli da procene postignuća učenika i da identifikuju sadržaje u kojima je učenicima potrebna dodatna podrška.

Klima koja se stvara u učionici neposredno zavisi od nastavne metode koju nastavnik bira za realizaciju planiranih aktivnosti, a kako i učenici i nastavnici imaju pozitivne

stavove o kvizu znanja, ovu metoda je poželjno planirati. Praksa pokazuje da je potrebno menjati nastavne metode kako bi svi učenici bili uključeni i brže napredovali.

Istraživanja pokazuju da u sve škole u Srbiji imaju računar i projektor i da je moguće organizovati časove čiji će sastavni deo biti i kviz. Tradicionalna nastava kombinovana sa interaktivnim učenjem najefikasnije je u grupama, a kviz kao nastavna metoda omogućava interaktivno učenje.

## LITERATURA

- [1] Мандић, Д. (2009). *Образовање на даљину*. Доступно на: <http://www.scribd.com/doc/16567786/OBRAZOVANJE-NA-DAJYINU> , посећен 12. 11. 2015.
- [2] Branković, D., Mandić, D. (2003). Metodika informatičkog obrazovanja sa osnovima informatike, Filozofski fakultet u Banjoj Luci, Banja Luka,.
- [3] Narloch, R.; Garbin, C. P., & Turn age, K. D. (2006). Benefits of prelecture quizzes. *Teaching of Psychology*, 33(2), 109-112
- [4] Brown, N. J., Tallon, J. (2015). The effects of pre-lecture quizzes on test anxiety and performance in a statistics course, *education*. Spring, vol. 135 issue 3, p. 346-350.
- [5] Brink, A. (2013) The Impact of Pre- and Post-Lecture Quizzes on Performance in Intermediate Accounting II. *Issues in accounting education.*, Vol. 28, No. 3, p. 461–485.
- [6] Matasić, I., Dumić. S. (2012). Multimedijске tehnologije u obrazovanju, *Medijska istraživanja* Vol. 18, No. 1, p. 143-151
- [7] Nikčević-Milković, A., Rukavina, M., & Galić, M. (2011). KORIŠTENJE I UČINKOVITOST IGRE U RAZREDNOJ NASTAVI. *Zivot i Skola*, (25).
- [8] Ogbu, J. (1974). The next generation. *New York: Academic*.
- [9] Roediger H. L., III, and J. D. Karpicke. (2006) The power of testing memory: Basic research and implications for educational practice. *Perspectives on Psychological Science* 1, , p. 181–210.
- [10] Silberman, M. (1996). *Active Learning: 101 Strategies To Teach Any Subject*. Prentice-Hall, PO Box 11071, Des Moines, IA 50336-1071.
- [11] Takase H.; Hayakawa K., Kawanaka H., Tsuruoka S. (2015). Supporting Teachers for Descriptive Quiz in Large Class - Find Imperfect Understandings by using Typing Information. *Procedia Computer Science*; Volume 60, p. 1164–1169



## NEFUNKCIONALNO TESTIRANJE WEB APLIKACIJA

**Ksenija Živković, Ivan Milenković, Dejan Simić**

*ksenija.zivkovic@mmklab.org*

*ivan.milenkovic@fon.bg.ac.rs*

*dsimic@fon.bg.ac.rs*

*Univerzitet u Beogradu, Fakultet Organizacionih Nauka*

***Apstrakt:** Nefunkcionalno testiranje postalo je bitan deo testiranja web aplikacija. Sa razvojem tehnologije i rastom potreba, pored toga što aplikacija treba da ispuni zahteve u pogledu funkcija koje pruža korisnicima, podjednak značaj su dobili i ostali aspekti aplikacije. Neophodno je identifikovati nefunkcionalne karakteristike web aplikacije koji su značajni korisnicima, implementirati ih i testirati.*

***Ključne reči:** nefunkcionalno testiranje, web aplikacije, alati za testiranje*

### 1. UVOD

Greške u softveru u većini slučajeva dovode do trivijalnih problema, koji nemaju velike posledice i mogu se rešiti brzo i jednostavno. Međutim, greške u softveru za kontrolu leta ili medicinsku opremu ne smeju biti dozvoljene, jer posledice mogu biti pogubne. Kompanijama greške u softveru mogu doneti veliku finansijsku štetu. U nastavku se nalaze primeri kako su u prošlosti greške u programima izazvale različite probleme.

1998. godine *NASA* je lansirala Marsov klimatski orbiter, svemirsku sondu koja je imala za cilj da istraži atmosferu, klimu i promene na površini Marsa. Orbiter umesto da završi u orbiti Marsa, našao se na površini planete. Glavni uzrok ovog problema bio je pogrešan prevod engleskih jedinica u metričke. Ovim je uništen projekat vredan 327 miliona dolara [1].

2003. godine *Amazon UK* web sajt je morao privremeno da bude zatvoren, nakon greške u ceni džepnih kompjutera, koji su bili prodavani za 7 umesto za 192 funte. Sve poružbine su morale biti otkazane zbog greške [2].

2014. godine *Sony* je pretrpeo enorman napad prilikom kojeg su hakeri obrisali podatke iz sistema, ukrali i objavili filmove, koji još uvek nisu bili objavljeni, privatne podatke o ljudima i osetljiva dokumenta [3]. Pre toga, 2011. godine, hakeri su došli do podataka o 77 miliona ljudi koji imaju nalog na *Playstation* mreži. Kompanija je izgubila milione jer sajt nije radio preko mesec dana [4].

U februaru ove godine, *Volvo*, poznat proizvođač automobila, morao je da povuče 59000 automobila sa tržišta zbog greške u softveru, koja može da dovede do gašenja motora u toku vožnje. Grešku su prijavili vozači kojima se desilo da su usled iznenadnog prekida

rada motora na kratak period izgubili kontrolu nad volanom i kočnicama. Ova greška mogla je da dovede do saobraćajnih nezgoda i da ugrozi živote vozača, a u isto vreme da utiče negativno na reputaciju i finansijsku situaciju kompanije [2].

Nacionalni institut za standarde i tehnologiju, *NIST*, sproveo je studiju 2002. godine, čiji je rezultat bio da softverske greške američku ekonomiju koštaju 59,5 milijardi dolara godišnje i da bi se boljim testiranjem moglo uštedeti čak i do 22,2 milijarde dolara [1].

Da bi se izbegli problemi zbog različitih propusta u softveru, potrebno je identifikovati i ispravljati greške na vreme, pre nego što one nastanu. Proces kojim se otkrivaju greške naziva se testiranje softvera. Testiranje predstavlja bitnu aktivnost u razvoju softvera i biće detaljnije opisano u narednim poglavljima.

## **2. TESTIRANJE APLIKACIJA**

Testiranje je metod za kontrolu kvaliteta softvera i bitna aktivnost u razvoju softvera, koja za cilj ima otkrivanje grešaka. U užem smislu ono predstavlja proveru da li je softver implementiran u skladu sa korisničkim zahtevima. U širem smislu predstavlja proces kontrole kvaliteta, prilikom kojeg se pored provere softvera proveravaju i njegove prateće komponente i karakteristike.

Testiranje se može podeliti na dve osnovne vrste [5]:

1. Funkcionalno testiranje i
2. Nefunkcionalno testiranje

U funkcionalnom testiranju vrše se provere da li aplikacija ispunjava sve funkcionalne zahteve koji su joj dodeljeni. Proverava se da li aplikacija radi ono šta bi trebalo. Ova vrsta testiranja neće biti u ovom radu detaljnije opisana.

Nefunkcionalno testiranje proverava ponašanje i spremnost aplikacije. Fokus je na aspektima softvera koji se ne odnose na određenu funkciju ili akciju, već na kvalitet softvera.

Kvalitativni aspekti softvera koji se utvrđuju nefunkcionalnim testiranjem su:

- Performanse - utvrđuje se brzina izvršavanja zahteva nad aplikacijom,
- Ponašanje sistema pod velikim opterećenjem - na primer, da li podržava veliki broj korisnika,
- Pouzdanost – odnosi se na odsustvo otkaza sistema u dužem vremenskom sistemu i
- Sigurnost – da li su podaci bezbedni.

Iako postoje značajne razlike između funkcionalnog i nefunkcionalnog testiranja, mogu se izdvojiti osnovni pojmovi, uloge u timu za testiranje i aktivnosti u procesu testiranja koji su zajednički za obe vrste testiranja.

## **3. NEFUNKCIONALNO TESTIRANJE APLIKACIJA**

Vrste nefunkcionalnog testiranja su [6]:

1. Testiranje opterećenja,
2. Testiranje sigurnosti,
3. Testiranje konfiguracije i
4. Testiranje korisničkog interfejsa.

**Testiranjem opterećenja** vrši se provera kako se sistem ponaša pod ekstremnim uslovima i koje su mu granice izdržljivosti [7]. Rezultat testiranja može biti vreme, količina zauzete memorije ili slično. Postoje dve vrste testiranja opterećenja sistema:

1. Test performansi i
2. Test napreznja.

**Testiranjem performansi** sistem se ispituje kako funkcioniše pod normalnim opterećenjem [7]. Vršne se analize vremena koje je potrebno da sistem izvrši neku akciju. Faktori koji utiču na performanse aplikacije su: platforma, infrastruktura, broj korisnika koji je koriste itd. Potrebno je svaki od ovih faktora razmotriti prilikom testiranja i definisati granice u kojima su rezultati testiranja prihvatljivi. Neki od alata kojima se mogu testirati performanse su: FireBug dodatak, JMeter, Grinder i slično.

**Testiranjem napreznja** ispituje se ponašanje sistema u ekstremnim uslovima [7]. Drugi naziv za test napreznja je stres test. Cilj testiranja je pronalaženje granica izdržljivosti aplikacije. Može se ispitati kako bi se sistem ponašao ukoliko bi mu pristupio veliki broj korisnika u isto vreme ili ukoliko bi imao bazu sa velikim brojem podataka.

**Testiranje sigurnosti** je vrsta testiranja softvera čiji je cilj otkrivanje ranjivosti sistema. Testiranjem sigurnosti proverava se da li je sistem zaštićen od neautorizovanog pristupa podacima, prilikom čega može doći do izmena podataka ili druge štete u sistemu.

Prilikom testiranja sigurnosti potrebno je fokusirati se na sledeće oblasti:

- Bezbednost mreže – proverava se da li je mrežna infrastruktura ranjiva,
- Bezbednost softvera – proverava se da li postoje slabosti u softveru od kojeg aplikacija zavisi (operativni sistem, baza podataka itd.),
- Bezbednost na klijentskoj strani,
- Bezbednost na serverskoj strani.

Cilj testiranja sigurnosti je provera da li je aplikacija sigurna i da li postoje neke slabosti koje bi se mogle iskoristiti. Koristi se kako bi se obezbedilo da u slučaju napada podaci i funkcionalnosti aplikacije budu zaštićene. Testiranje sigurnosti obuhvata testiranje poverljivosti, integriteta, autentikacije i autorizacije [8].

Uspeh aplikacije zavisi i od toga kakva je interakcija između korisnika i grafičkog interfejsa. Korišćenje ovog testa u ranom razvoju aplikacije ubrzava njen razvoj i povećava njen kvalitet. Testiranje se može vršiti ručno ili automatizovano, korišćenjem alata za testiranje korisničkog interfejsa

**Testiranjem korisničkog interfejsa** proverava se kvalitet interfejsa koji vide korisnici i lakoća korišćenja sistema [7]. Kvalitet interfejsa odnosi se na izgled aplikacije, a lakoća korišćenja se odnosi na to da se korisniku što više olakša korišćenje aplikacije i da ne postoje komplikovane akcije. Potrebno je i proveriti da li aplikacija izgleda isto u razvojnom okruženju i u okruženju u kome će se koristiti. Bitno je obezbediti da izgled aplikacije bude konzistentan bez obzira na uređaj i pretraživač.

#### 4. VEGA

Vega je besplatan open source skener i platforma za testiranje bezbednosti web aplikacija [9]. Alat je napisan u Javi i moguće ga je koristiti na Linux, Windows i OS X operativnim sistemima. Razvijen je od strane Subgraph-a, firme osnovane u Kanadi.

Vega ima dva načina rada, odnosno može se koristiti kao:

- Automatizovani skener ili
- Proksi koji presreće zahteve i odgovore.

Automatizovani skener prelazi preko web aplikacije i analizira sadržaje stranica. Služi za brzo testiranje. Sposoban je da identifikuje ranjivosti sistema kao što su XSS i SQL injection, nenamerno objavljene osjetljive podatke i ostale ranjivosti.

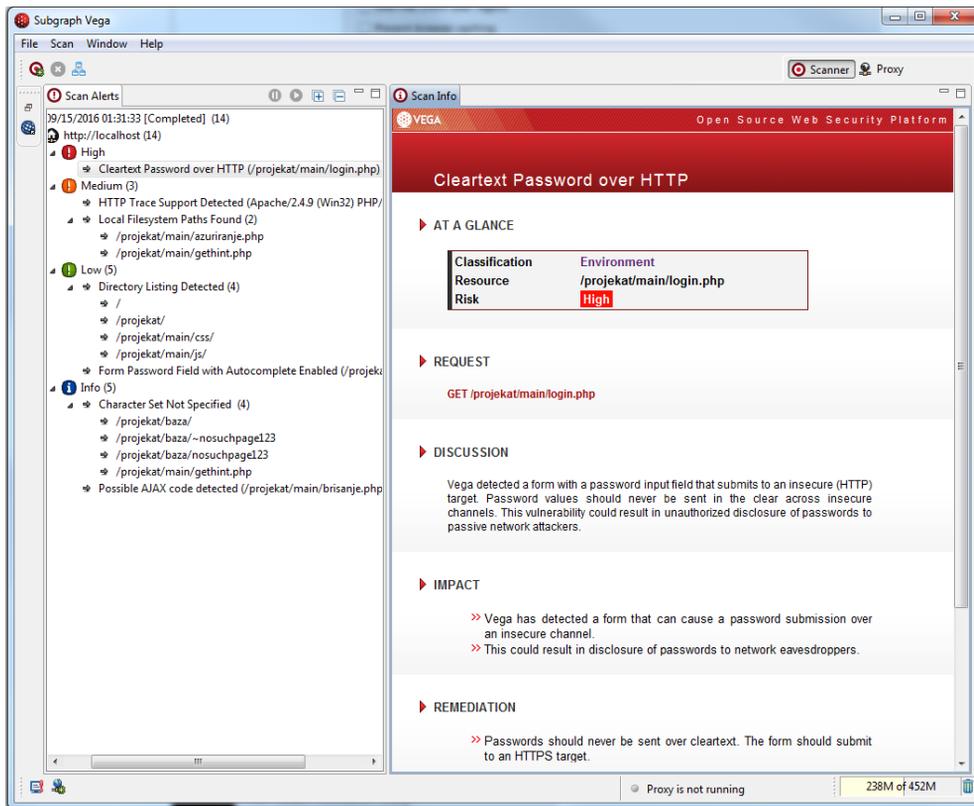
Vega kao proksi koristi se za taktička ispitivanja. Ovaj proksi se nalazi između pretraživača i web servera na kome se nalazi aplikacija koja se testira. Može da pročita sve zahteve koji dolaze od pretraživača i sve odgovore od servera. Pored toga ima mogućnost modifikovanja zahteva i odgovora pre nego što se dalje proslede. Da bi ova funkcionalnost alata mogla da se koristi, potrebno je konfigurisati internet pretraživač.

U toku skeniranja Vega nailazi na probleme u web aplikaciji i označava ih sa upozorenjima. Vega alat smešta URL-ove u odgovarajuću kategoriju upozorenja u zavisnosti od ranjivosti koje je pronašao na datom URL-u. Vrste upozorenja nalaze se na slici ispod.

<b>High</b>		(1 found)
Cleartext Password over HTTP	1	
<b>Medium</b>		(3 found)
HTTP Trace Support Detected	1	
Local Filesystem Paths Found	2	
<b>Low</b>		(5 found)
Directory Listing Detected	4	
Form Password Field with Autocomplete Enabled	1	
<b>Info</b>		(5 found)
Character Set Not Specified	4	
Possible AJAX code detected	1	

Slika 1 – Vrste upozorenja

Klikom na problem u delu Scan Info nalaze se podaci o URL-u gde može nastati problem, o zahtevu, uticaju i načinu rešavanja problema.



Slika 2 – Informacije o skeniranju

## 5. STUDIJA SLUČAJA

U cilju demonstriranja rada alata za nefunkcionalno testiranje biće testirana sigurnost web aplikacije, koja uz pomoć poziva web servisa radi sa bazom podataka. Testiranje je vršeno na 64-bitnom računaru sa operativnim sistemom Windows 8.1 i 8GB RAM memorije.

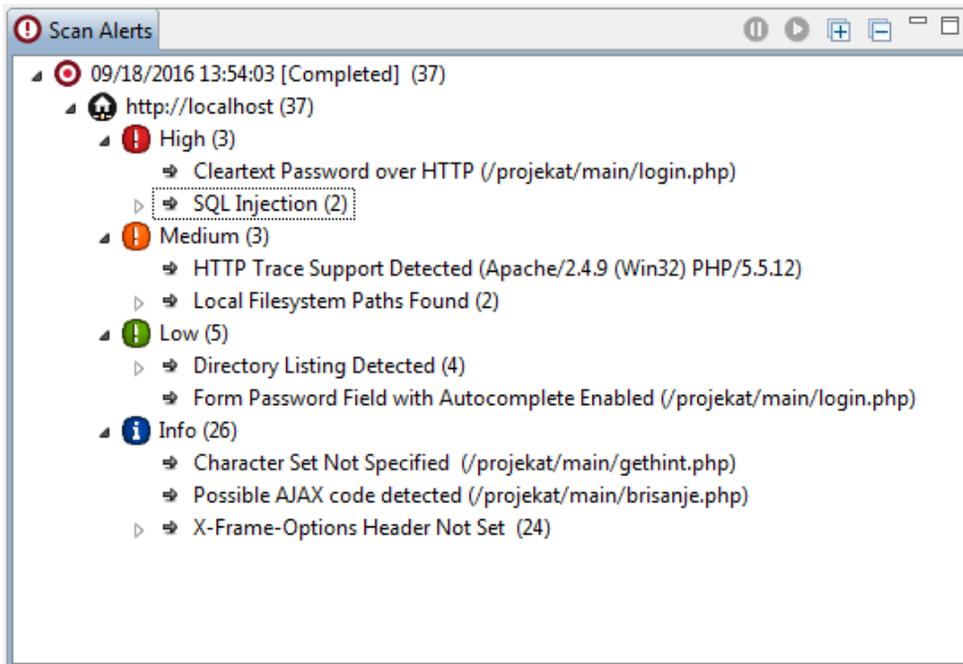
Aplikacija je pisana korišćenjem sledećih tehnologija:

- HTML,
- CSS,
- PHP,
- Flight framework-a i
- MySQL baze podataka.

Za podizanje aplikacije na lokalni server korišćen je WampServer. Baza podataka je kreirana na MySQL WampServer-u. Za kreiranje putanja u web aplikaciji korišćen je Flight framework.

Prvi korak u testiranju sigurnosti Vega alatom bilo je skeniranje primenom svih modula iz Injection i Response Processing, nad stranicom: <http://localhost/projekat/main/index.php>.

Rezultati nakon skeniranja nalaze se na sledećoj slici:



Slika 3 – Rezultati skeniranja

U pretraživaču Mozilla namešten je proxy na localhost koji radi na portu 8888, pošto su to podrazumevana podešavanja u Vegi. Zatim je iz Proxy perspektive pokrenut HTTP proxy i iz Mozilla pretraživača se vršila navigacija kroz web aplikaciju. U Vegi se tad beleže svi zahtevi i odgovori na te zahteve koji su nastali.

ID	Host	Method	Request	Status	Length	Time ...	Tags
107	http://localhost	GET	/projekat/main/gethint.php?q=sadfsd	200	15	29	
108	http://localhost	GET	/projekat/main/gethint.php?q=sadfsdf	200	15	9	
109	http://localhost	GET	/projekat/main/gethint.php?q=sadfsdfa	200	15	20	
110	http://localhost	GET	/projekat/main/gethint.php?q=sadfsdfa	200	15	48	
111	http://localhost	POST	/projekat/main/brisanje.php	200	3484	245	
112	http://localhost	GET	/projekat/main/navbar-fixed-top.css	404	316	1	
113	http://localhost	GET	/projekat/main/index.php	200	83052	236	
114	http://localhost	GET	/projekat/main/unos.php	200	3359	5	
115	http://localhost	GET	/projekat/main/brisanje.php	200	3484	5	
116	http://localhost	GET	/projekat/main/navbar-fixed-top.css	404	316	1	
117	http://localhost	GET	/projekat/main/azuriranje.php	200	14293	67	
118	http://localhost	GET	/projekat/main/ITunes.php	200	2690	3	
119	http://localhost	GET	/projekat/main/statistika.php	200	5939	2	
120	http://localhost	GET	/projekat/main/mapa.php	200	4054	1	
121	http://localhost	GET	/projekat/main/login.php	200	1531	1	
122	http://localhost	GET	/assets/js/ie10-viewport-bug-workaround.js	404	323	1	
123	http://localhost	POST	/projekat/main/login.php	200	1604	27	
124	http://localhost	GET	/assets/js/ie10-viewport-bug-workaround.js	404	323	1	

Slika 4 - Zabeleženi nastali zahtevi

Prilikom pretraživanja kroz proxy, pronađeni su neki problemi i zabeleženi su kao upozorenja.

Slika 5 – Upozorenja nastala prilikom pretraživanja

Među upozorenjima sa najvećim nivoom rizika nalaze se upozorenja o:

- Staroj verziji PHP-a,
- Mogućnosti manipulacije URL-om,
- Slanju šifara u čistom formatu preko HTTP-a i
- Mogućnosti SQL Injection-a.

Pasivnom analizom pronađeno je da je u web aplikaciji korišćena 5.5.12 verzija PHP-a. Ta verzija više nije podržana i trebalo bi preći na noviju verziju, jer web aplikacije pisane u toj verziji su podložne većem broju sigurnosnih napada[10].

Napad poznatiji kao Path traversal („dot-dot-slash“, „directory traversal“) daje napadačima mogućnost da pristupe fajlovima koji se nalaze van glavnog foldera web aplikacije. Moguće je manipulacijom varijabli koje referenciraju fajlove sa „../“ sekvencama i njihovim varijacijama ili korišćenjem apsolutnih putanji doći do drugih stranica ili do fajlova koji se čuvaju na sistemu[11]. Jedno od rešenja ovog problema je korišćenje liste prihvatljivih URL-ova i odbijanja svih ostalih, ili njihovog u prihvatljive, pod određenim uslovima.

Ukoliko se šifra šalje preko HTTP-a, postoji opasnost da će je napadač pročitati. Rešenje ovog problema je korišćenje HTTPS umesto HTTP konekcije. To se ovde može rešiti korišćenjem SSL sertifikata.

SQL Injection je napad uz pomoć kojeg napadač može doći do informacija iako nije autorizovan za to. U ovoj aplikaciji moguć je napad prilikom logovanja. Doći će do prelaza na sledeću stranicu ukoliko napadač unese za username i password istu vrednost: ' OR '='. Napad se može sprečiti validacijom ulaza. U slučaju rada sa bazom to se može rešiti pripremanjem ulaza za upit ili poništavanjem efekata unutar specijalnih karaktera koji se nalaze u username-u i password-u.

Među upozorenjima sa srednjim nivoom rizika nalaze se upozorenja o:

- Podržanom HTTP metodom TRACE,
- Mogućnosti override-a parametara HTTP zahteva,
- Mogućnost ClickJacking napada.

HTTP TRACE je metoda kojom se od servera traži da kao odgovor pošalje nazad taj zahtev. Ukoliko je aplikacija nije zaštićena od XSS napada, ovu metodu napadač može iskoristiti kako bi došao do poverljivih informacija ili usmerio korisnika na maliciozne sajtove.

Na svim stranicama gde postoji forma javilo se upozorenje o mogućnosti override-a parametara HTTP zahteva. Da bi se sprečio ovaj napad potrebno je da svaka forma ima specificiran naziv akcije. Kada forma nema naziv akcije, tada pretraživač kao naziv uzima URL na kome se nalazi data forma. Ukoliko napadač postavi na kraj linka /Foo?user=ime, tada klijent neće biti prebačen na odgovarajuću stranicu, iako je upisao tačan user name i password.

ClickJacking napadom se smatra situacija u kojoj napadač koristi više transparentnih slojeva kako bi prevario korisnika da pritisne dugme ili link druge stranice, umesto prave stranice. Na taj način, korisnik klikom prelazi na drugu stranicu koja može biti maliciozna. Da bi se sprečio ovaj napad, potrebno je postaviti X-Frame-Options header u HTTP odgovoru. Ova opasnost postoji na svim stranicama u kojima postoji forma.

Ostali rizici sa najmanjim nivoom rizika, na koje takođe treba obratiti pažnju su:

- Nedostatak Anti-CSRF tokena,
- Nije podešen dodatni nivo zaštite od napada: Content Security Policy,
- Postojanje skripti od treće strane (Google API),

- Nije uključena zaštita od XSS napada,
- Za polje gde se upisuju password nije ugašena opcija za autocomplete.

Ostala upozorenja su informativnog tipa i trebalo bi izvršiti manuelna testiranja kako bi se još bolje procenila sigurnost aplikacije. Ta upozorenja su:

- Nije definisan set karaktera,
- Postoji AJAX kod,
- Postoje sumnjivi komentari, koji mogu pomoći napadačima.

Iz navedenog može se zaključiti da aplikacija nije u potpunosti bezbedna i da napadači mogu doći do podataka koji se nalaze u bazi i fajlova koji se nalaze na serveru. Potrebno je primeniti sve tehnike kojima bi se napadi sprečili i podaci zaštitili, jer u slučaju da je to bila web aplikacija neke finansijske organizacije, gubici koje bi ta organizacija imala u slučaju napada bili bi ogromni.

## 6. ZAKLJUČAK

Sa brzim napretkom tehnologije i još bržim razvojem web aplikacija testiranje postaje veliki izazov. Umesto da tester provera softver nakon završetka njegovog razvoja, treba da budu deo razvojnog procesa, kako bi se sprečile greške koje mogu kasnije dovesti do problema u radu, izgledu ili sigurnosti aplikacije. Sve više kompanija prelazi na agilni način razvoja i testiranja softvera, gde testiranje postaje bitna komponenta svake faze razvoja, radi ugrađivanja kvaliteta u softver u svakom stadijumu njegovog razvoja. Alati za testiranje bi trebalo da se fokusiraju na integraciju sa razvojnim okruženjima i ostalim alatima koji pomažu u neprekidnom razvoju.

Za testiranje sigurnosti predviđa se najveći razvoj u budućnosti. Očekuje se da veličina tržišta za penetraciono testiranje poraste sa 594,7 miliona dolara u ovoj godini, a do 2021. godine na 1.724,3 miliona. Procenjeno je da penetraciono testiranje web aplikacija ima najveće tržište u 2016. zbog porasta razvoja web aplikacija i njihove adekvatne zaštite, koja predstavlja glavni cilj organizacija [12]. Razvoj testiranja web aplikacija je povezan sa porastom napada na web aplikacije preduzeća, gde hakeri pokušavaju da dođu do osetljivih podataka. Zbog toga je potrebno ulagati više radi zaštite od datih napada.

Da bi web aplikacija ispunila sve bitne nefunkcionalne zahteve, potrebno je da tim stručnih testera izvrši sve vrste testova u toku razvoja aplikacije, kako bi se izbegli problemi koji mogu nastati kasnije. Koje će vrste, alati, metode i strategije testiranja biti korišćene zavisi od potreba kompanije. Ukoliko je aplikacija na neki način povezana sa plaćanjem ili ima vezu sa osetljivim podacima, potrebno je testiranju pristupiti ozbiljno, jer posledice neidentifikovanih problema mogu biti finansijski, zakonski ili reputacijski pogubne za organizaciju.

## 6. ZAHVALNOST

Ovaj rad je deo projekta Primena multimodalne biometrije u menadžmentu identiteta, finansiranog od strane Ministarstva Prosvete i Nauke Republike Srbije, pod zavodnim brojem TR-32013.

## REFERENCE

- [1] J. Popović, Testiranje softvera u praksi, ISBN 978-86-7991-363-0, CET, Beograd , 2014
- [2] Volvo recalls 59,000 cars over software fault, Available: <http://www.bbc.com/news/world-europe-35622753> [Accessed 18 August 2016]
- [3] J. Steinberg, Massive Security Breach At Sony, Available: <http://www.forbes.com/sites/josephsteinberg/2014/12/11/massive-security-breach-at-sony-heres-what-you-need-to-know/#789e36ece9a5> [Accessed 22 August 2016]
- [4] PlayStation Network hackers access data of 77 million users, Available: <https://www.theguardian.com/technology/2011/apr/26/playstation-network-hackers-data> [Accessed 22 August 2016]
- [5] B. Tomic, S. Vljajic, "Functional Testing for Students: a Practical Approach", *Inroads - ACM SIGCSE Bulletin*, Vol. 40, No. 4, pp. 58-62, 2008., ISSN 0097-8418, DOI 10.1145/1473195.1473221
- [6] L. Chung, and do J.C.S., Prado Leite, 2009. On non-functional requirements in software engineering. In *Conceptual modeling: Foundations and applications* (pp. 363-379). Springer Berlin Heidelberg.
- [7] G. Myers, J. Glenford, C. Sandler, and T. Badgett. *The art of software testing*. John Wiley & Sons, 2011.
- [8] J. Mervi, M. Joonas, Non-functional testing: security and performance testing, Bachelor's Thesis, JAMK University of Applied Sciences, 2015, Available: [http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/110354/Joonas\\_Moilanen\\_Mervi\\_Jeskanen.pdf?sequence=1](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/110354/Joonas_Moilanen_Mervi_Jeskanen.pdf?sequence=1) [Accessed 5 August 2016].
- [9] Official Vega software page, Available: <https://subgraph.com/vega/> [Accessed 6 August 2016]
- [10] PHP supported version, Available: <http://php.net/supported-versions.php>, [Accessed 15 August 2016].
- [11] OWASP, Path traversal attack description, Available: [https://www.owasp.org/index.php/Path\\_Traversal](https://www.owasp.org/index.php/Path_Traversal) [Accessed August 2016]
- [12] Business Wire, Penetration Testing Marke - Segmented by Testing Service, Deployment Mode, Organization Size, Vertical & Region - Research and Markets, Available: <http://www.businesswire.com/news/home/20160908005955/en/Penetration-Testing-Market-2016-2021---Segmented-Testing>, [Accessed 16.09.2016]

## ***NON-FUNCTIONAL WEB APPLICATION TESTING***

**Abstract:** *Non-functional testing is an important part of web application testing. As technology advances and requirements become more complex, the importance of non-functional application aspects becomes even greater. It is necessary to identify non-functional requirements of web applications which are important to users, implement those requirements and test them.*

**Key words:** *non-functional testing, web applications, testing tools*



VIII međunarodni naučno-stručni skup  
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje  
ITeO 2016  
Banja Luka, 30. 9 - 1. 10. 2016. godine



## PREPOZNAVANJE RUKOM PISANIH BROJEVA KORIŠĆENJEM NEURONSKIH MREŽA

**Sofija Krneta, Uroš Šošević, Dušan Starčević**

Fakultet organizacionih nauka,  
sofija.krneta@mmklab.org, uros.losevic@fon.bg.ac.rs, dusan.starcevic@fon.bg.ac.rs

**Apstrakt:** Računarska inteligencija svake godine iznenadi svojim napretkom i sposobnošću da operacije koje su i čoveku teško izvodljive, sa lakoćom i neverovatno preciznošću radi automatizovano. Ovaj rad se osvrće na problem prepoznavanja rukom pisanih brojeva, popularnoj MNIST bazi koja sadrži oko 70 000 slika izolovanih brojeva napisanih rukom. U prepoznavanju brojeva je iskorištena velika moć neuronskih mreža s obzirom na njihovu veliku popularnost i preciznost u radu sa slikama. Predložena je arhitektura zasnovana na konvoluciji te je rešenje testirano na programskom okviru razvijenom na Fakultetu organizacionih nauka. Rezultati pokazuju zavidnu tačnost i konkurentnost interno razvijenog programskog okvira.

**Gljučne riječi:** Neuronske mreže, rukom pisani brojevi, MNIST, konvolucija, programski okvir.

**Abstract:** Computer intelligence suprices annualy with its rapid progress and ability to execute challenging human operations with ease and accuracy. This paper approaches the problem of handwritten digits, popular MNIST database which contains over 70 000 isolated handwritten digits in form of pictures. In the proces of digit recognition, it has been used the power of convolutional neural networks, because of their popularity and accurasy in working with images. The arhitecture based on convolution was suggested and tested with the use of framework developed on Faculty of organizational sciences. Results show great accuracy and compentence of internally developed framework.

**Key words:** Neural networks, handwritten digits, MNIST, convolution, programming

### UVOD

Sa brojevima se susrećemo u gotovo svim momentima našeg života. Oni su svuda oko nas i pružaju nam različite informacije. Veoma često ih koristimo i za sporazumevanje i komunikaciju. Koristimo ih svakodnevno za računanje, snalaženje u vremenu ali i prostoru. Međutim možda ih najčešće koristimo za označavanje i raspoznavanje, a da toga nismo ni svesni. Brojevima označavamo zgrade, spratove, automobile, modele mobilnih telefona, računare... Brojevi na univerzalan način možemo predstaviti malte ne sve na ovom svetu.

Kao i svaki drugi naučni rad napisan u moderno doba i ovaj rad je nastao kucanjem na računaru. Vremena kada se većina tekstova pisala isključivo rukom, odavno su iza nas. Današnje vreme je digitalno. Skoro sve se postiže upotrebom računara ili bar uz njihovu

pomoć. Svakodnevni veliki napredak u oblasti informacionih tehnologija direktno poboljšava mogućnosti za digitalizaciju – opšteprihvaćeni proces koji predstavlja konverziju analognih podataka u digitalni oblik [1].

Automatizacija ovakvog procesa digitalizacije je veoma važan zadatak. Za njegovo rešavanje najčešće je potrebno koristiti različite modalitete računarske inteligencije. Upotrebom računarske inteligencije mogu se unaprediti tradicionalni sistemi koji su uglavnom zasnovani na manualnom obliku rada. Pritom, na ovaj način se sa velikom preciznošću i lakoćom mogu izvršavati operacije koje su čoveku teško izvodljive ili gotovo nemoguće. Na primer, upotrebom računara moguće je veoma brzo i sa odličnom preciznošću izvršiti biometrijsko prepoznavanje osobe sa sigurnosnog snimka i to pretraživanjem baze koja sadrži fotografije lica velikog broja različitih osoba [2].

Ovaj rad se bavi upravo jednom oblašću primene računarske inteligencije u realnim problemima. U pitanju je prepoznavanje rukom pisanih brojeva i to korišćenjem neuronskih mreža koje predstavljaju sve popularniji oblik računarske inteligencije.

Neuronske mreže su opisane u narednom poglavlju ovog rada. Zatim je dat osvrt na specifičan tip neuronskih mreža - konvolucione mreže. Na samom kraju prikazana je realizacija konvolucione mreže nad MNIST bazom podataka.

## NEURONSKE MREŽE

U istraživanju podataka i kognitivnim naukama, veštačke neuronske mreže su familija statističkih modela učenja inspirisana biološkim neuronskim mrežama. Koriste se u svrhu aproksimacije funkcija koje mogu zavisiti od velike količine ulaznih podataka, a koje su u principu nepoznate.

Veštačke neuronske mreže su sistemi međusobno povezanih neurona, koji šalju poruke jedni drugima. Veze između ovih neurona imaju numeričke težine koje mogu biti podložne promenama u zavisnosti od iskustva, što neuronske mreže čini adaptivnim i sposobnim za učenje.[3]

Sve neuronske mreže se međusobno razlikuju po dve karakteristike: Arhitekturi i algoritmu za učenje. Ova dva elementa se prilagođavaju ulaznim podacima, ali i pristupu i znanju eksperta. Arhitektura sistema je definisana slojem ulaznih neurona, slojevima skrivenih neurona te slojem izlaznih neurona koji predstavljaju klasifikacioni sloj.

Algoritam za učenje, to jest treniranje neuronske mreže zavisi u velikom obimu od arhitekture neuronske mreže, s tim da se akademsko istraživanje najviše fokusira na razvoj različitih algoritama nad istim arhitekturama. Kod prepoznavanja slika, najčešće se koristi više-nivovska arhitektura sa najmanje jednim skrivenim slojem neurona. Trenutno je dostupan veliki broj algoritama koji treniraju nad ovom arhitekturom, a najviše se ističu regularizacija, back-propagation, nelinearna aktivacija i gradijentni spust kao najčešće korišćeni algoritmi.

Svaka neuronska mreža mora modifikuje parametre, tačnije da trenira svoj model nad jednim skupom podataka, a da testira tačnost na drugim setom podataka. Ova dva seta

se obično klasifikuju kao trening i test set podataka. Ukoliko je dostupan samo jedan set podataka, onda se pristupa različitim tehnikama uzorkovanja koje kreiraju odvojeni test set.

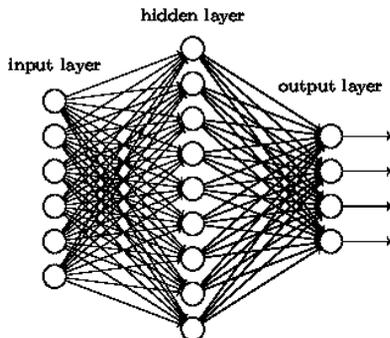
## KONVOLUCIONE MREŽE

Kao što je već napomenuto, konvolucione mreže su najčešće rešenje kod prepoznavanja sadržaja slika. Konvolucione mreže su neuronske mreže koje sadrže najmanje jedan sloj skrivenih čvorova. Osim toga svaki čvor u sebi sadrži težinu i vrednost jedinstvenu za taj sloj neurona, tačnije bias vrednost. [4] Ovakva arhitektura omogućuje neuronskoj mreži da brzo uči i modifikuje veliki broj parametara. Samim tim, mreža sa mnogo skrivenih slojeva, koja uz to i brzo uči, može sa veliko preciznošću da klasifikuje slike.

Prvi pomen konvolucionih neuronskih mreža datira još od 1970. godine. Najveći doprinos ovoj temi je objavljen 1998 u radu, "Gradient-based learning applied to document recognition", napisan od tima koji čine Yann LeCun, Léon Bottou, Yoshua Bengio, i Patrick Haffner.

Ime konvolucija potiče od činjenice da operacija koja se koristi za računanje težina u svakom čvoru se spominje kao operacija konvolucija. Tačnije, jednačina  $a_1 = \partial(b + w * a_0)$ , gde je  $a_1$  vrednost izlaza aktivacije iz jedne nijanse slike, a  $a_0$  je set ulaznih aktivacije. Tada je operacija \* operacija konvolucije.

Težine i bias pomažu konvolucionoj mreži da uči i samim tim podešava težine koje zajedno sa ulazom predviđaju izlaz iz neuronske mreže. Kod analize slike, ulaz u neuronsku mrežu predstavljaju pikseli slike, dok je izlazni sloj treba da klasifikuje sliku u jednu od predefinisanih klasa slika. Povezivanje ulaznog i izlaznog sa skrivenim slojevima se kreira empirijski, s obzirom da uobičajeni pristup potpunog vezivanja svih čvorova nije pogodan za klasifikaciju slika. Razlog tome je izostavljanje prostorne strukture slike. [5] Tačnije, ukoliko bi skriveni slojevi bili potpuno uvezani, kao u slici 1, neuronska mreža bi posmatrala svaki piksel slike kao jednako važan, što bi otežalo sam proces treniranja mreže. Ovo se posebno primeti kada se radi sa setom sličnih slika jer je njihova struktura unificirana i slabo određena.

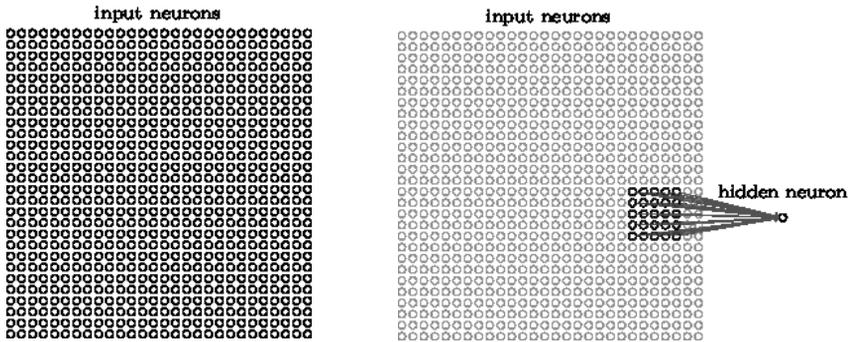


Slika 6. Potpuno uvezana neuronska mreža, izvor: <http://nb4799.neu.edu/wordpress/?p=246>

Konvolucione neuronske mreže sadrže dva tipa slojeva i komponenti zbog kojih ova neuronska mreža brže uči i uzima u obzir specifičnu strukturu iste. U pitanju su lokalni receptori i "pooling" slojevi.

Lokalni receptori uspešno rešavaju problem velikog broja ulaza. Ako se uzme za primer da je slika veličine 30x30 piksela, neuronska mreža će imati 900 ulaznih čvorova. Taj broj raste eksponencijalno rastom slike, a govori se o opisu samo ulaznih parametara – skriveni neuroni u svakom sloju moraju da koriste ulaze, težine u sloju i prosleđuju ih dalje u neuronsku mrežu.

Prvi red neurona nakon ulaza treba da bude predstavljen manjim, konciznijim setom čvorova. Ti čvorovi trebaju u sebi da sadrže konciznu informaciju jedne partitivne regije. Regija veličine  $n \times n$ , gde je  $n$  veće od 1, predstavlja lokalni receptor, prikazano na slici 2. Rezultat jednog receptora se beleži u jednom čvoru kao njegova težina, a iz prethodnog sloja čvor uči i sopstvenu bias vrednost.



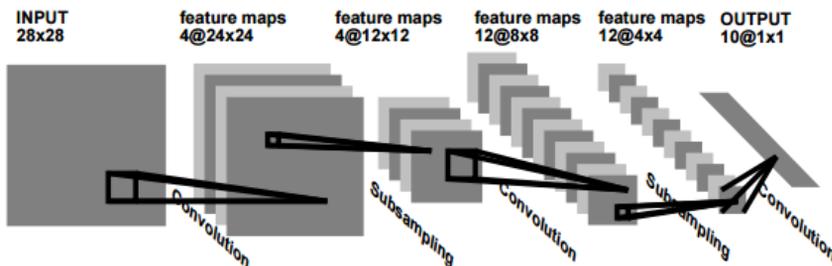
Slika 7. prikaz lokalnog receptora i težine nastale iz njega

Velika prednost deljenja težina i bias vrednosti između čvorova je što smanjuje broj parametara koji su uključeni u konvolucionu mrežu. Za svaki sloj ekstrahovanih specifičnosti jedne slike potrebno je čuvati samo jednu matricu težina i jednu zajedničku bias vrednost.

Svaki novi sloj u konvolucionoj neuronskoj mreži je definisan prethodnim slojem i veličinom lokalnog receptora. U tom sloju će se nalaziti više „mapa specifičnosti“, mapa koje nastaju iz različitih ekstrahovanih nijansi u fotografiji.

Težine koje se nalaze na samom lokalnom receptoru definišu koju vrstu specifičnosti receptor traži na slici, na primer oblinu, ivicu, senku ili izostanak bilo koje nijanse. Kada receptor iterativno prolazi po pikselima slike, ukoliko naiđe na traženu specifičnost, otkida neuron i upisuje maksimalnu vrednost na neuron koji opisuje receptor u narednom sloju. Težine koje se nalaze na receptoru se često nazivaju filter, a rezultat svakog novog filtera se naziva mapa specifičnosti.

Da bi se klasifikovala slika, potrebno je izvući više mapa specifičnosti. Stoga se čitava neuronska mreža sastoji iz nekoliko različitih slojeva koji u sebi sadrže više mapa specifičnosti. Primer jedne takve neuronske mreže je dat na slici 3.



*Slika 8* Neuronska mreža opisana svojom strukturom slojeva

Pooling slojevi obično dolaze odmah nakon konvolucionih slojeva. Njegov zadatak je da pojednostavi informaciju dobijenu kao izlaz iz konvolucionog sloja. Tačnije, zadatak ovog sloja je da sumira informacije u jednom regionu u svakoj mapi specifičnosti. Obično se za ovaj zadatak koristi funkcija maksimuma, poznata kao “max-pooling”, koja ukoliko postoji tražena specifičnost igra ulogu alarma u toj mapi.

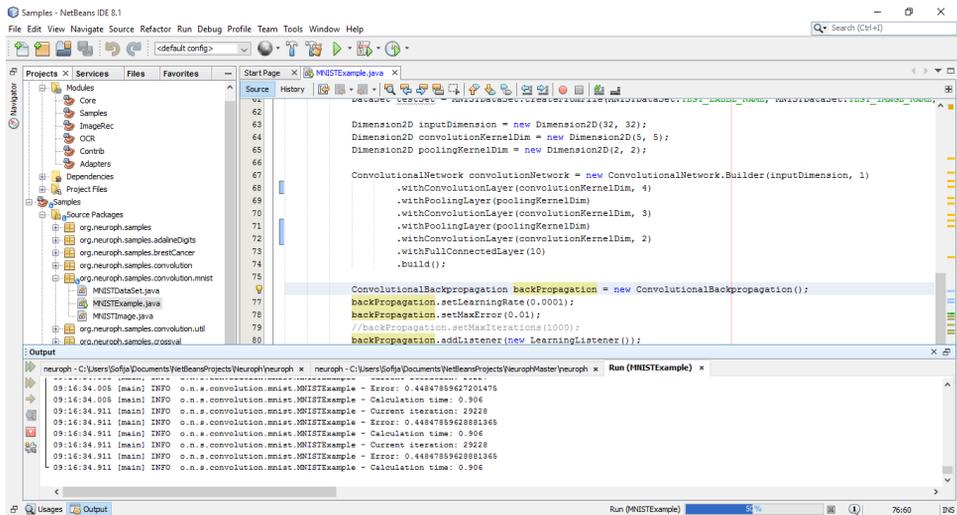
Aktivirani alarm ukazuje na to da se tražena specifičnost nalazi u mapi koja je prethodila, a s obzirom da su u pitanju pikseli, nije od krucijalne važnosti znati njenu tačnu lokaciju. Izlaz iz pooling sloja je koncizna informacija na dosta manjoj površini koja će se proslediti kao ulaz u sledeći sloj neuronske mreže.

Nakon što se definiše arhitektura neuronske mreže koja se svodi na vektor mogućih izlaza, model na osnovu trening seta modifikuje težie u svojim čvorovima nakon čega je spreman da klasifikuje svaki budući ulaz.

Tačnost modela se nakon toga proverava test setom podataka.

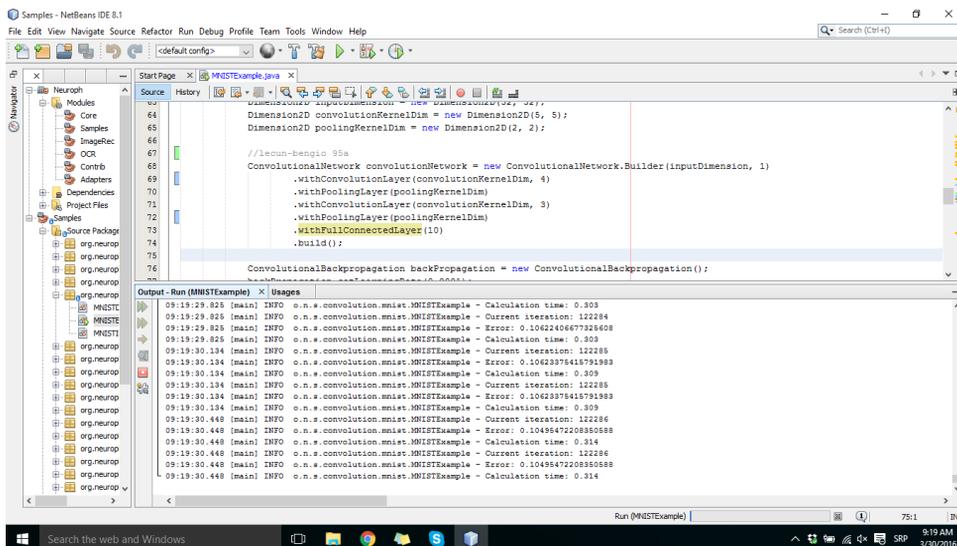
## **REALIZACIJA CONVOLUCIONIH MREŽA NAD MNIST DATA SETOM**

Za treniranje konvolucione neuronske mreže nad MNIST setom podataka korišćena je aritektura predložena u [6]. Rezultati pokazuju da je do srednje kvadratne geške od 0.44 ovaj softver postigao u 29 000 iteracija treniranja modela, prikazano na slici 4.



Slika 9 Realizacija u Neuroph programskom okviru

Arhitektura predložena godinu dana kasnije, nazvana 95b pokazuje bolje rezultate u odnosu na prehodnu arhitekturu. Razlika u pristupu se odnosila na broj skrivenih slojeva. U novim pristupu ih je bilo manje i samim tim je neuronska mreža brže modifikovala svoje parameter a samim tim i učila. Rezultati su prikazani na slici 5. Ova arhitektura je dostigla srednju kvadratnu grešku od 0.1 u 122 000 iteracija učenja.



Slika 10 realizacija arhitekture Lecun Bngio 95b

Posljednjim primerom je dostignuta zadovoljavajuća tačnost u domenu neuronskih mreža i pokazana je kompetitivnost programskog okvira razvijenog na Fakultetu Organizacijskih nauka.

## ZAKLJUČAK

U ovom radu prikazana je moguća primena neuronskih tj. konvolucionih mreža u procesu automatizacije prepoznavanja rukom pisanih brojeva. Rezultat rada je arhitektura zasnovana na konvoluciji koja je primenjena i testirana u sklopu Neuroph okvira koji je razvijen na Fakultetu organizacionih nauka. Testiranje je izvršeno nad MNIST bazom podataka koja sadrži preko 70 000 slika izolovanih brojeva napisanih rukom.

Rezultati su pokazali da primena ovih tehnologija računarske inteligencije daje zadovoljavajuće rezultate prilikom prepoznavanja. U daljem istraživanju potrebno je testirati softver u lošijim uslovima kao što su slaba rezolucija, nepravilnije napisani brojevi. Takođe, od velikog je značaja testiranje sistema kada je prisutan određeni vid okluzije na slikama rukom pisanih brojeva. Na kraju, neophodno je uporediti i analizirati rezultate dobijene, kako bi se uočile mogućnosti za poboljšanje sistema u uslovima lošijim od "idealnih".

## REFERENCE

- [1] Simpson, John, and Edmund SC Weiner. "Oxford English dictionary online." Oxford: Clarendon Press. Retrieved March 6 (1989): 2008.
- [2] Jain, Anil, Ruud Bolle, and Sharath Pankanti, eds. Biometrics: personal identification in networked society. Vol. 479. Springer Science & Business Media, 2006.
- [3] S. Gavran, "Veštačke neuronske mreže u istraživanju podataka – pregled i primena", Matematički fakultet u Beogradu, 2016
- [4] CS231n razvojna zajednica, <http://cs231n.github.io/convolutional-networks/>
- [5] Deep Learning algoritmi, poglavlje 6 <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/chap6.html>
- [6] Lecun website o neuronskim mrežama i njihovoj primeni na MNIST podacima <http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>



## NEKI ASPEKTI REVIZIJE INFORMACIONIH SISTEMA U JAVNOJ UPRAVI BOSNE I HERCEGOVINE

**Dalibor Drljača<sup>1</sup>, Branko Latinović<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Europrojekt centar, drljacad@gmail.com, <sup>2</sup>Panevropski univerzitet APEIRON Banja Luka, branko.b.latinovic@apeiron-edu.eu

***Apstrakt:** U Bosni i Hercegovini ne postoji zakonska obaveza revizije informacionih sistema u institucijama javne uprave na svim nivoima vlasti. Nastala kao posljedica tehnološkog razvoja i potrebe, revizija informacionih sistema danas je u redovnoj praksi za bankarske sisteme, gdje su pitanja sigurnosti i bezbjednosti u primarnom fokusu revizije. Ovaj rad daje neke aspekte revizije informacionih sistema koja bi po svojoj prirodi trebalo da bude obavezna i u institucijama javne uprave imajući u vidu specifičnosti interakcija i sigurnosti podataka koji se u njima razmjenjuju.*

***Ključne riječi:** Revizija, informacioni sistemi, javna uprava, interna revizija*

### UVOD

Pitanje revizije danas se uglavnom povezuje s ekonomskim aspektom poslovanja, odnosno revizijom finansijskog poslovanja preduzeća ili institucije. Drugim riječima, kada pomenemo reviziju, uobičajeno mislimo na **finansijsku reviziju**. Shodno tom istorijskom nasljeđu, Američka asocijacija računovođa (engl. *American Accounting Association*) je 70-tih godina XX vijeka definisala pojam revizije kao „sistematičan proces objektivnog prikupljanja i ocjenjivanja dokaza vezanih za tvrdnje o ekonomskim aktivnostima i događajima radi utvrđivanja stepena usaglašenosti tih tvrdnji s utvrđenim kriterijumima i prosljeđivanje tih rezultata zainteresovanim korisnicima“ [1].

Veoma je uočljiv niz podudarnosti iz definicije s osnovnim funkcijama informacionih sistema – funkcijama dokumentovanja i informisanja [5] budući da je sistem finansija u stvari podsistem u sistemu poslovanja kojeg zaokružuje jedinstven informacioni sistem. Ključne riječi definicije su “*dokaz*”, “*utvrđeni kriterijumi*” i “*rezultati*”. S informatičkog aspekta ovo su sve **podaci** u informacionom sistemu preduzeća. Stoga, i reviziju informacionih sistema treba posmatrati kao prikupljanje dokaza i ocjenjivanje funkcionalnosti informacionog sistema u njegovom svakodnevnom radu, a posebno s aspekta bezbjednosti podataka i funkcionalnosti.

## REVIZIJA INFORMACIONIH SISTEMA

Revizija informacionih sistema ranije je u literaturi bila poznata pod nazivom revizija elektronske obrade podataka (engl. *Electronic Data Processing Audit*). Pojavila se kao potreba „proširenja“ finansijske revizije jer revizori nisu znali kako da odgovore kvalitetno na izazov elektronske obrade podataka u finansijskim izvještajima, odnosno da procjene usaglašenost dokaza sa utvrđenim kriterijumima kako je naglašeno u definiciji revizije.

*Dube i Gulati* [4] navode neke od najvažnijih razloga uspostavljanja revizije informacionih sistema odvojeno od finansijske. Primarno, nedovoljno poznavanje računara negativno i nepovoljno utiče na sposobnost revizora da provodi funkcije atestacije. Upotreba računarskih sistema u svrhu unapređenja poslovanja doprinosi efikasnoj konkurentnosti u poslovnom okruženju, stoga je veoma važno posjedovati sposobnosti kontrole i revizije takvih sistema kao veoma vrijednih poslovnih resursa. Ovo se posebno odnosi na vrijednosti informacija i podataka koje komuniciraju u jednom takvom sistemu, gdje pravovremeno posjedovanje kvalitetne poslovne informacije može značiti tržišnu prednost. Takođe, usljed novog načina prikupljanja i obrade podataka, cijeli proces tradicionalnog provođenja revizije zahtjeva smjenu paradigme kojom se proces rukovodi. Stoga, nije čudno što su upravo institucije bankarskog sistema prve prihatile računarski pomognute informacione sisteme i potrebu za njihovom revizijom.

*Cangemi* u svom radu iz 2000. godine definiše reviziju informacionih sistema identično definiciji Rona Vebera iz 1988. godine: „*Revizija informacionih sistema je proces prikupljanja i vrednovanja dokaza na temelju kojih se može utvrditi da li informacioni sistem čuva imovinu preduzeća na adekvatan način, održava li se integritet podataka, omogućuje li se efektivno ostvarivanje postavljenih ciljeva, te koriste li se raspoloživa sredstva efikasno*“ [3]

Na osnovu ovog možemo zaključiti da se pitanju revizije informacionih sistema nije posvećivala dužna pažnja, kada ni sama definicija revizije nije u potpunosti definisana u periodu dužem od 10 godina.

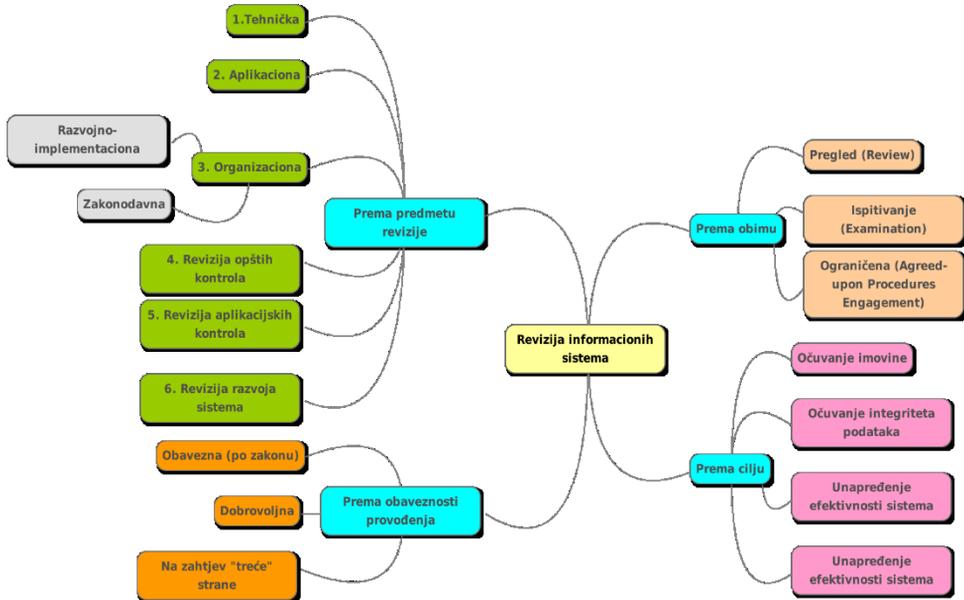
Panian nastoji detaljnije definisati reviziju informacionih sistema, dodajući ranije navedenim definicijama cilj revizije, odnosno „*utvrđivanje udovoljava li organizacija odgovarajućim propisima, pravilima ili uvjetima*“ [6]

Na ovaj način, revizija informacionog sistema se povezuje ne samo s informacionim sistemom organizacije, kao njenim resursom, već i sa organizacijom u cjelini odnosno njenim odnosom prema informacionom sistemu kao vitalnom resursu.

Kao i kod finansijske revizije, i u reviziji informacionih sistema u centru pažnje su podaci organizacije. Ti podaci moraju biti tačni, kompletni i verifikovani, kako bi se mogli smatrati pouzdanim u procesu donošenja revizorskog mišljenja. Svaka greška mora biti identifikovana, blagovremeno korigovana uz pomoć planskih i preciznih procedura koje garantuju nastavak rada. Upravo iz ovog razloga, *Piattini* smatra da „*revizija informacionih sistema, koja je nekad bila komplement finansijskoj, trenutno ima vlastitu egzistenciju i može se smatrati profesionalnom (primj. aut. stručnom) disciplinom*“ [8].

## ASPEKTI REVIZIJE INFORMACIONIH SISTEMA

Aspekti i stepen provođenja revizije prvenstveno zavise od cilja i obima revizije informacionih sistema.



Slika 11. Mapa uma aspekata revizije informacionih sistema (autor)

### 1.1. Revizija informacionih sistema prema obimu

Prema obimu revizije, najjednostavniji i najmanje zahtjevan revizorski poduhvat jeste „pregled“ (engl. **Review**) čija je svrha ciljani pregled sistema, uglavnom na procese orijentisan i fokusiran na adekvatnosti zadataka i aktivnosti sistema. Testiranje nalaza se ili ne provodi ili se provodi u veoma maloj mjeri. Nalazi/dokazi se uglavnom daju u negativnom kontekstu bez uključivanja revizorovog mišljenja.

Ukoliko je ugovoren revizorski poduhvat „ispitivanja“ (engl. **Examination**) je najkompleksniji, a predstavlja sistematičan proces sakupljanja i ocjenjivanja dokaza u vezi sa tvrdnjama o elementima revizije (entitetima, procesima, operacijama, kontrolama...) u svrhu izdavanja mjerodavnog revizorskog mišljenja o usklađenosti tih tvrdnji s identifikovanim standardima. Mišljenje revizora je sastavni dio izvještaja.

Kompromisno, organizacija/institucija se može opredijeliti za „ograničenu“ reviziju (engl. **Agreed-upon Procedures Engagement**) posebno u slučaju kada je revizija zahtjev „treće“ strane. Na ovaj način se revizija ograničava i unaprijed definišu procedure koje će biti provedene kako bi „treća“ strana prihvatila zaključke revizora. Na ovaj način, verifikuje se samo onaj dio informacionog sistema koji je od interesa za „treću“

stranu. Na ovaj način revizor prikuplja ograničenu (po obimu) ali vjerodostojnu i mjerodavnu količinu dokaza za pripremu kvalifikovanog revizorskog mišljenja koje se odnosi na dati skup procedura.

## 1.2. Podjela prema predmetu revizije

Revizija informacionih sistema, prema predmetu revizije, pokriva nekoliko veoma bitnih aspekata na osnovu kojih ocjenjujemo funkcionalnost analiziranog informacionog sistema. U svom angažmanu, revizor može biti ograničen na određene funkcionalnosti informacionog sistema, pa u odnosu na cilj i predmet revizije informacionog sistema možemo imati sljedeću podjelu:

- **Tehnička revizija**, koja pokriva reviziju infrastrukture, prenosa podataka, komunikacijske podatke i podatkovne centre;
- **Aplikaciona revizija**, koja pokriva reviziju poslovnih i finansijskih dijelova (i aplikacija koje ih podržavaju);
- **Organizaciona revizija** upravljačkih kontrola nad informacionim sistemom koja se može podijeliti na:
  - **Razvojno-implementacionu reviziju** čiji su predmet specifikacije, zahtjevi, dizajn, razvoj i implementacija informacionog sistema; i
  - **Revizija zakonodavstva**, koja obuhvata reviziju implementiranih zakonskih rješenja različitih nivoa i standarda (nacionalni i međunarodni standardi), ali i primjenu internih dokumenata organizacije/institucije.

Prema predmetu revizije, imamo i podjelu revizije informacionih sistema kako je definiše Kalifornijski državni univerzitet na Long Biču (California State University Long Beach) na sljedeći način[2]:

- **Revizija opštih kontrola** koje upravljaju razvojem, radom, održavanjem i bezbjednošću sistema aplikacija u datom okruženju (pregledi repozitorijumi podataka, operativni sistem, bezbjednosni alati, procesi i procedure itd);
- **Revizija aplikacijskih kontrola** specifičnog sistema aplikacija koji mogu da podrazumijevaju kontrolu unosa, obrade i izlaza sistemskih podataka, potom pitanja komunikacija bezbjednosti programa i podataka, kontrola izmjene sistema i pitanja kvaliteta podataka.
- **Revizija razvoja sistema**, posebno ocjenjivanje načina i toka procesa razvoja proizvoda (metodologija, politike, procedure).

Potrebno je napomenuti da su „Revizija razvoja sistema“ i „Razvojno-implementaciona revizija“ dva suštinski istovjetna oblika pa se stoga mogu i poistovjetiti.

## 1.3. Prema cilju revizije

Shodno osnovnoj definiciji revizije informacionih sistema utvrđeni su i ciljevi revizije. Definicija Cangemija kaže da je revizija „*proces prikupljanja i vrednovanja dokaza na temelju kojih se može utvrditi čuva li se imovina informacionog sistema preduzeća na adekvatan način, održava li se integritet podataka, omogućuje li se efektivno ostvarivanje postavljenih ciljeva, te koriste li se raspoloživa sredstva efikasno.*“

Stoga su ciljevi revizije prema Panianu - osnovna određenja pojma revizije informacionih sistema – sljedeći ciljevi [7]:

- **Očuvanja imovine**, koju predstavljaju ukupnost hardvera, softvera, pomoćni uređaji i materijali, dokumentacija o informacionom sistemu, digitalizovano znanje (baze podataka), komunikacijska i „cloud“ infrastruktura itd.
- **Očuvanja integriteta podataka**, kao osnovnim ciljem funkcionisanja informacionog sistema uz funkciju zaštite vrijednosti informacionog sadržaja (materijalnog i nematerijalnog). Osnovu ovog cilja čini osiguranje potpunosti, nedvosmislenosti, preciznosti i istinitosti (tačnosti) podataka u sistemu.
- **Unapređenje efektivnosti sistema**, s aspekta korisnika sistema i korisničkih zahtjeva. Informacioni sistem mora efektivno ostvarivati ciljeve koji se pred njega stavljaju, ali ta funkcionalnost može zavisiti od niza faktora. Revizijom je moguće unaprijediti ovu funkcionalnost, mada ona nekad može dovesti i do potrebe zamjene postojećeg sistema što s druge strane može da dovede u pitanje odnos-korist implementacije novog ili zadržavanja postojećeg sistema.
- **Unapređenje efikasnosti sistema** kojom se mjeri stepen upotrebe resursa za obavljanje postavljenih ciljeva sistema. Ti resursi su mnogobrojni, kao što su procesorsko vrijeme, periferna oprema, memorijski kapaciteti, skladišni kapaciteti, itd. Revizija može da unaprijedi efikasnost ukoliko utvrdi uska grla u procesima ili opterećenja sistema nevažnim ili redundantnim podacima i sl.

#### 1.4. Prema obaveznosti provođenja

Prema obaveznosti provođenja, razlikujemo tri oblika revizije:

- Obaveznu,
- Dobrovoljnu i
- Na zahtjev „treće“ strane.

Revizija informacionih sistema još uvijek nije obavezna za veliki broj organizacija i institucija. Kao i u drugim slučajevima primjene novih tehnologija i postupaka, bankarski sistem prednjači i u ovoj oblasti. Naime, u Bosni i Hercegovini je revizija informacionih sistema jedino zakonski zahtjevana u bankarskom sektoru. Ovo je sasvim razumljivo iz razloga što banke rade s ličnim i drugim osjetljivim vrstama podataka koje je potrebno adekvatno zaštititi. Informacioni sistemi u bankarstvu, posebno oni koji imaju implemetirano Internet bankarstvo (u bilo kom obliku) veoma su osjetljivi po pitanju bezbjednosti sistema, pa je stoga i uvedena zakonska obaveza revizije informacionih sistema. U osnovi ove obaveze leže Zakon o zaštiti ličnih podataka (Sl.glasnik BiH br.49/06), Pravilnik o načinu vođenja i obrascu evidencije o zbirkama ličnih podataka (“Sl. glasnik BiH“ broj: 52/09) i Odluka o minimalnim standardima upravljanja informacionim sistemima u bankama koju su paralelno donijele Agencija za bankarstvo Republike Srpske 2013.godine i Agencija za bankarstvo Federacije BiH 2012.godine. Pored ovih, postoji još niz akata koji se tiču način organizovanja interne i eksterne revizije u bankarskom sektoru entiteta.

Dobrovoljna revizija informacionih sistema se javlja još uvijek u minimalnim i ograničenim slučajevima. Najčešće ih primjenjuju institucije koje posluju sa jako osjetljivim podacima ili preduzeća iz sektora osiguranja i reosiguranja, ili velike kompanije kojima je bezbjednost poslovanja u direktnoj zavisnosti od bezbjednosti informacionog sistema.

S druge strane, revizija na zahtjev „treće“ strane počinje da ulazi u praksu. Ovakav tip revizije se javlja kod ugovaranja velikih i značajnih poslovnih poduhvata koji imaju prikupljanje ili obradu osjetljivih podataka. U ovom slučaju, jedna od ugovornih strana kao uslov ugovora traži prethodnu reviziju informacionog sistema druge ugovorne strane kako bi zaštitila svoje interese i/ili intelektualnu svojinu. Ta strana može, kao ugovornu obavezu, da traži ili pregled ili ograničenu reviziju zavisno od interesa. Veoma je rijetka praksa da sudski organi zatraže reviziju informacionog sistema u sudskim procesima kako bi se dokazali određeni propusti ili nedostaci koji su doveli ili mogu imati vezu s predmetom u sporu. U budućnosti je očekivati da će upravo ovakvi slučajevi revizije biti veoma česti obzirom na značajan porast sajber kriminala, gdje će pored forenzičke istrage biti prisutna i revizija informacionog sistema radi prikupljanja kredibilnih dokaza.

## ZAKLJUČAK

Revizija informacionih sistema je nova oblast koja iz dana u dan pretenduje da preraste u multidisciplinarnu naučnu oblast. Istorijski korjeni leže u proširenju standardne finansijske revizije u momentu kada je ograničeno poznavanje informacionih tehnologija revizora zahtjevalo dodatni angažman informatičkih stručnjaka. Od tada, sporo ali sigurno revizija informacionih sistema postaje potreba i rastući trend.

U Bosni i Hercegovini ne postoji zakonska obaveza revizije informacionih sistema javne uprave. Iz navedene diskusije u radu, može se zaključiti da je ovaj tip revizije veoma bitan za sve informacione sisteme (posebno one podržane savremenim informaciono-komunikacijskim tehnologijama) koji rade s bilo kojim tipom osjetljivih podataka. Priroda poslovanja institucija i agencija u javnoj upravi je da upravlja životom jednog društva i shodno tome da radi s veoma osjetljivim podacima čije curenje može značajno da naruši bezbjednost društva ili njegov prosperitet. Stoga je neophodno da se uvede zakonska obaveza revizije informacionih sistema, barem u ograničenom obliku, i za institucije javne uprave, kao što je to slučaj u bankarskom sistemu.

Jedna od stavki kvalitetne revizije informacionih sistema jeste i procjena efikasnosti internih kontrola informacionih sistema. Upravo te interne kontrole, sa aspekta revizije informacionih sistema, predstavljaju sistem koji sprječava, detektuje i ispravlja neželjene efekte i procese u informatičkom okruženju. Tako i u zakonodavstvu (Zakon o internoj reviziji u javnom sektoru Republike Srpske, Sl.glasnik RS br. 20/14) stoji da interni revizori treba ocjene elemente sistema za finansijsko poslovanje u pogledu ispunjavanja zadataka i ciljeva organizacije, ekonomičnosti i efikasnosti upotrebe resursa, čuvanja sredstava, integriteta i vjerodostojnosti informacija, računa i podataka. Velika sličnost s definicijom revizije informacionih sistema ide u prilog tvrdnji da postojeće zakonodavstvo treba unaprijediti dodavanjem obavezne revizije informacionih sistema u javnoj upravi kako bi se i na taj način stvorile pretpostavke kvalitetne komunikacije, elektronskog poslovanja u javnoj upravi i podizanja povjerenja u elektronsku komunikaciju s ciljem prelaska u informaciono društvo.

## REFERENCE

- [1] Auditing Concepts Committee, „Report of the Committee on Basic Auditing Concepts“, The Accounting Review, 47, Supp. (1972), 18.
- [2] California State University Long Beach“Types of Audits.” Accessed August 3, 2016. [https://daf.csulb.edu/offices/univ\\_svcs/internalauditing/audits.html#is](https://daf.csulb.edu/offices/univ_svcs/internalauditing/audits.html#is).
- [3] Cangemi, Michael P. „Managing the Audit Function: A Corporate Audit Department Procedures Guide“, 3rd ed., John Wiley & Sons, New York, USA,2000, str.23.
- [4] Dube, D.P, Gulati, V.P., „Information System Audit and Assurance“, Tata McGraw-Hill, New Delhi, 2005., str. 6-7.
- [5] Latinović, B. „, Informacioni sistemi“, Panevropski Univerzitet APEIRON, Banja Luka, 2006., str.21.
- [6] Panian, Ž. „,Kontrola i revizija informacijskih sustava“, Sinergija, Zagreb, 2001., str.14.
- [7] Ibid str.15.
- [8] Piattini, M. „,Auditing Information Systems“, Idea Group Publishing, USA/UK, 2000., str.7.

### ***SOME ASPECTS OF AUDIT OF PUBLIC ADMINISTRATION'S INFORMATION SYSTEMS IN BOSNIA AND HERZEGOVINA***

**Abstract:** *In Bosnia and Herzegovina, there is no legal obligation to audit information system in public administration institutions at all level of authority. Formed as a result of technological developments and needs, information system audit is now in regular practice for banking systems, where safety and security of data are in the primary focus of the audit. This paper presents some aspects of information systems auditing that by their nature should be mandatory in public administration institutions, bearing in mind the specific interactions and safety of the data exchanged.*

**Keywords:** *Audit, Information systems, Public Administration, Internal audit*



VIII međunarodni naučno-stručni skup  
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje  
ITeO 2016  
Banja Luka, 30. 9 - 1. 10. 2016. godine



## ULOGA I ZNAČAJ DIGITALNOG POTPISA U POSLOVNOJ KOMUNIKACIJI

**Tijana Talić**

*Pan-European University APEIRON, Banja Luka, e-mail: tijana.z.talic@apeiron-edu.eu*

**Sažetak:** Digitalni potpis predstavlja metodu potvrde da je određeni dokument poslao ili napisao tačno određeni autor i da on nije mijenjan od trenutka njegovog slanja (objave) do konačnog primaoca. U svijetu računarskih nauka dosta se diskutuje o primjeni centralizovanih i decentralizovanih sistema potvrde ključeva. Zakonska rješenja u BiH ostavljaju širok prostor za primjenu i određivanje valjanosti digitalnog potpisa. U ovom radu pokrenut je jedan od eksperimenata u okviru projekta provjere funkcionalnosti i uvođenja decentralizovanog sistema digitalnog potpisivanja zasnovanog na PGP standardima. Napravljena je osnova za kreiranje mreže povjerenja unutar jedne obrazovne institucije.

**Ključne riječi:** elektronski potpis, GPG sertifikat, privatni ključ, javni ključ, mreža povjerenja

**Abstract:** A digital signature is a method of confirmation that a certain document was sent or written by a specified author and that no changes have been made from the moment of its sending (publication) until the final recipient. There has been a lot of discussion in the world of computer science about appliance of centralized or decentralized system of key confirmations. Legal solutions in BiH leave wide room for application and defining of digital signature validity. This paper has launched one of the experiments within the project of functionality check-out and introduction of decentralized system of digital signing based on the open PGP standards. The basis for the creation of web-of-trust in one educational institution has been made.

**Key words:** digital signature, GPG certificate, private key, public key, web of trust

### UVOD

Savremeno poslovanje zahtijeva sve više komunikacije putem elektronske pošte. Elektronskom poštom šaljemo razne povjerljive dokumente. Međutim, elektronska komunikacija može biti vrlo nesigurna. Informacije koje se prenose ovim putem su izložene raznim prijetnjama i napadima. Iz tog razloga, sigurnosti se mora posvetiti velika pažnja.

U Bosni i Hercegovini Zakon o elektronskom potpisu je donesen 2006. godine, ali njegova primjena u poslovnom okruženju još nije u potpunost zaživjela. Kompanije, banke, obrazovne ustanove sve više zavise od informacionih tehnologija. Razmjena dokumenta se skoro u potpunosti vrši elektornskim putem. Međutim, kako se povećava poslovna komunikacija putem elektronske pošte, tako i hakeri postaju stručniji i koriste razne metode napada koje mogu imati kobne posljedice po kompanije. Iz tog razloga, svako ozbiljno preduzeće koje želi opstati mora posvetiti pažnju sigurnosti.

## O ELEKTRONSKOM POTPISU

U poslovnom svijetu, sve češće srećemo pojam „elektronski potpis“. Elektronski potpis zamjenjuje svojeručni potpis i potvrđuje identitet pošiljaoca kao i vjerodostojnost poslano poruke. Brzim napretkom savremenih tehnologija, elektronska razmjena podataka zamjenjuje dosadašnju. Pretpostavlja se da će se za nekoliko godina svi dokumenti elektronski potpisivati. Elektronsko potpisivanje poruka zasaniva se na asimetričnoj kriptografiji.

Elektronsku poruku autor potpisuje svojim tajnim ključem. Svi koji imaju javni ključ pošiljaoca mogu provjeriti ispravnost potpisa čime se potvrđuje autentičnost dokumenta.

U izradi elektronskog potpisa koriste se *hash* algoritmi koji pretvaraju niz znakova proizvoljne dužine u niz znakova tačno određene dužine. Jednosmjerna heš funkcija na osnovu ulaznog podatka proizvoljne dužine  $n$ , lako proizvodi izlazni podatak  $h$  fiksne dužine  $m$ . Međutim, određivanje inverzne funkcije je teško i neefikasno. Na osnovu heš funkcije  $h$  fiksne dužine  $m$ , teško je odrediti ulazne podatke  $n_1, n_2, n_3, \dots$ . Matematički gledano, jednosmjerna heš funkcija je funkcija oblika  $y=h(x)$  pri čemu se za zadano  $x$ , heš funkcija  $h(x)$  lako određuje, dok se za zadano  $y=h(x)$  inverzna funkcija  $x=h^{-1}(y)$  određuje teško i beskrajno dugo. Zbog ove jednosmjernosti heš funkcije originalni podaci se ne mogu odrediti.

Prilikom elektronskog potpisivanja poruke, potpisnik računa heš  $h_1$  poruke primjenom heš funkcije. Dobijeni heš šifruje svojim privatnim ključem i taj šifrovani heš čini digitalni potpis poruke. Nakon toga, pošiljalac šalje poruku i digitalni potpis primaocu. Primaoc određuje heš  $h_2$  primljene poruke i dešifruje primljeni potpis (šifrovani heš poruke) javnim ključem pošiljaoca. Ako se dešifrovani heš  $h_1$  i heš  $h_2$  podudaraju onda je dokazano da je poruku potpisao vlasnik navedenog privatnog ključa i da poruka nije mijenjana u transportu. Vjerodostojnost da određeni ključ pripada tačno određenoj osobi može biti potvrđena od strane nekog od centralizovanih autorizacionih tijela ili nekim drugim načinom potvrde povjerljivosti.

Jedan od načina autentifikacije odnosno vjerodostojnosti da određeni ključ pripada određenoj osobi je kreiranje Web of Trust (mreže od povjerenja). Web of trust je koncept koji se koristi u PGP, GPG i ostalim OpenPGP kompatibilnim sistemima.

Želimo uvesti digitalno potpisivanje kao redovnu praksu na nivou jedne obrazovne ustanove. U cilju pripreme za ovaj projekat, sagledavanja poteškoća i otkrivanja drugih mogućih problema napravili smo uvodni eksperiment.

## EKSPERIMENT

U ovom uvodnom eksperimentu učestvovali su svi profesori, administrativni radnici i dio studenata naše obrazovne institucije. Koristili smo „*Gnu Privacy Guard*“ (GPG) kao lako dostupan i kvalitetan Open Source program.

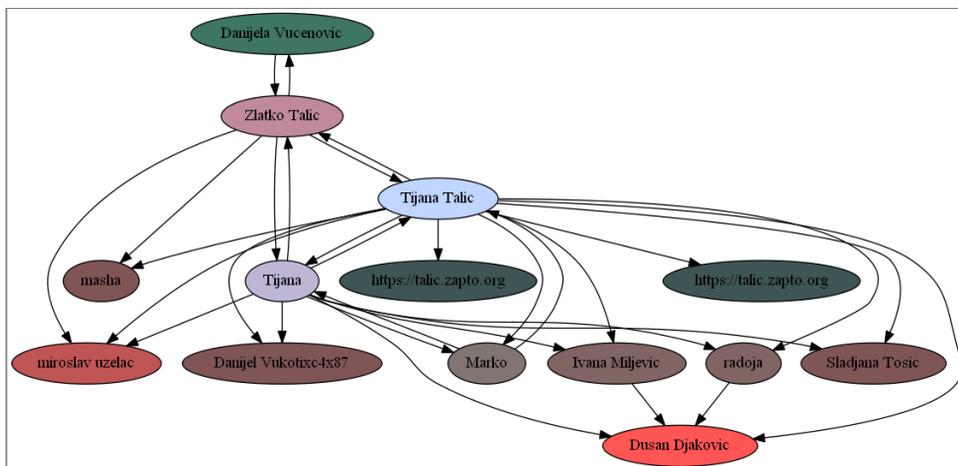
Svi učesnici su dobili sljedeće zadatke:

- Instalirati na svojim računarima GPG,

- kreirati GPG sertifikat ako ga već nemaju
- izvesti svoj javni ključ na neki od javno dostupnih servera ključeva.
- Zapisati mail adresu i fingerprint ključa

Prilikom kreiranja GPG sertifikata kreira se par ključeva, privatni ključ koji je poznat samo vlasniku sertifikata i ne smije se kompromitovati i javni ključ koji je dostupan svima. Prije nego što učesnici počnu razmjenjivati elektronski potpisane i šifrovane poruke potrebno je da međusobno razmijene mail adrese koje su koristili pri kreiranju sertifikata i fingerprint. Važno je da se pouzdano utvrdi stvarni identitet svakog od učesnika. Nakon toga, svi učesnici će pomoću programa PGP/GPG, na računaru na kojem su kreirali sertifikat, pronaći sertifikate ostalih učesnika, provjeriti njihove fingerprint, uvesti i sertifikovati njihove sertifikate. Ako je svaki korisnik uradio ovu pripremu korektno, slanje digitalno potpisanih i šifrovanih poruka može da počne.

Na sljedećoj slici vidimo garfik jednog dijela naše mreže Web Of Trust između korisnika naše obrazovne institucije:



*Slika 12: Web of Trust*

Postavlja se pitanje povjerenja. Recimo da Tijana šalje Maji elektronski potpisanu poruku. Kako Maja može biti sigurna da joj je poruku zaista poslala Tijana? Tijana je poruku potpisala svojim tajnim ključem. Maja je izvršila provjeru ispravnosti poruke Tijaninim javnim ključem koji je uvezla u svoj *Key Ring*. Maja je nakon što je uvezla Tijanin javni ključ izvršila provjeru da li taj ključ ima fingerprint koji je dobila od Tijane i na taj način potvrdila da taj ključ stvarno pripada Tijani koju ona poznaje. Prilikom uvoza sertifikata, korisnik mora da vodi računa da se na key serveru može pojaviti osoba koja se stvarno zove isto kao i njegov prijatelj i ima sličnu e-mail adresu. (npr. tijana.talic44@gmail.com).

## ANALIZA

Kreiranje mreže povjerenja ovakvog tipa je od velikog značaja. Na ovaj način osiguravamo zaštitu podataka i dokumenata koje korisnici našeg univerziteta i škole razmjenjuju. Glavni problem na koji nailazimo je otpor i nedovoljna zainteresovanost korisnika za zaštitu podataka.. Razlog tome može biti nedovoljna informisanost o mogućnostima ometanja elektronske komunikacije bilo da je u pitanju lažno predstavljanje ili neko zlonamjerno krivotvorenje poruke.

Ovo ćemo komentarisati citiranjem jedne od najkontraverznijih ličnosti današnjice E.Snowdena „Arguing that you don't care about the right to privacy because you have nothing to hide is no different than saying you don't care about free speech because you have nothing to say“

Većina učesnika koristi operativni sistem Windows. Na ovom operativnom sistemu posebno se mora instalirati GPG softver i izvršiti nadogradnja mail klijenta. Ovo baš nije posao na koji su navikli korisnici Windows-a tako da neki od učesnika nisu uspjeli samostalno da kreiraju GPG sertifikat i podese mail klijent kako bi mogli elektronski da potpisuju i šifruju poruke. Taj problem je nastao zbog nedostataka koje imaju mail klijenti. Moram naglasiti da se u ovom poslu mail klijent otvorenog koda Mozilla Thunderbird bolje prilagođava ovim potrebama nego široko rasprostranjeni mail klijent zatvorenog koda Microsoft Outlook.

S obzirom da se danas slanje elektronske pošte u velikoj mjeri obavlja putem mobilnih uređaja, posebnu pažnju posvetili smo ovoj vrsti komunikacije. Iz tog razloga, u sklopu našeg eksperimenta, neki od učesnika koji koriste operativni sistem android su podesili svoj GPG sertifikat na mobilnom uređaju. Prema uputama, za podešavanje sertifikata je korišten OpenKeychain, dok je kao mail klijent korišten K-9 Mail. Ono što možemo zapaziti je to da je ovaj softver mnogo jednostavniji za instalaciju i prilagodljiviji korisniku nego što smo očekivali. Navedeni mail klijent se lako spaja na sve popularne e-mail servere.

## ZAKLJUČAK

Dalji cilj ovog projekta je stvarna upotreba digitalnog potpisivanja poruka između naših učesnika. Svi koji koriste elektronsku poštu u poslovnoj komunikaciji moraju biti informisani o značaju zaštite, jer će na taj način ozbiljnije pristupiti ovom problemu. Takođe, nećemo se zadržati na sigurnoj komunikaciji unutar zatvorene grupe kao što je ova inicijalna grupa koju smo posmatrali, nego je krajnji cilj proširenje našeg Web of Trust na što širi krug korisnika unutar škole i univerziteta, a eventualno i šire. Kako se mreža povjerenja bude širila, teško je izvodivo da svi potpišu sve ključeve. Nekada je vrijedilo da je ključ validan samo ako je lično potpisan. Mi ćemo dalje koristiti nove, fleksibilnije algoritme za provjeru validnosti ključa. Ovi algoritmi po sljedećem principu računaju da li je neki ključ validan:

- Ključ je validan ako je lično potpisan ili ako je potpisan od strane jednog potpuno povjerljivog ključa ili od strane tri marginalno povjerljiva ključa;
- Putanja koja vodi od ključa K kojeg provjeravamo nazad do sopstvenog ključa ne

smije biti duža od pet koraka.

Ovaj projekat se nastavlja organizacijom potpisivačkih susreta i daljim proširenjem ove mreže ka zadanom cilju.

## **LITERATURA**

- [1] Pleskonjić D, Maček N, Đorđević B and Carić M(2007) Sigurnost računarskih sistema i mreža, Beograd, Mikro knjiga
- [2] Talic T(2014), Digitalno arhiviranje i upravljanje dokumentima, M.Sc. thesis, Banja Luka, Panevropski univerzitet Apeiron
- [3] <https://www.gnupg.org/gph/en/manual.html#AEN494>, last accesed 5.6.2016.



VIII međunarodni naučno-stručni skup  
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje  
ITeO 2016

Banja Luka, 30. 9 - 1. 10. 2016. godine



## EVROPSKA ISKUSTVA U UPRAVLJANJU PROMJENAMA NA IT PROJEKTIMA

**Dejan Majkić**

*Univerzitet Apeiron, Fakultet Informacionih Tehnologija, Banjaluka  
dejan@majkic.net*

***Apstrakt:** Upravljanje promjenama na IT projektima predstavlja način realizacije mogućih promjena na projektu, uvođenje novih funkcionalnosti i usmjeravanje ka efikasnoj realizaciji ciljeva projekta.*

*Obzirom da svaki Zahtjev za promjenama<sup>7</sup> na IT projektima, implementator naplaćuje posebno, shodno količini posla koja je potrebna da se obavi, otuda i ne čude česte situacije kada se naručilac spori sa implementatorom oko toga da li određeni zahtjev spada pod zahtjev za promjenom ili je nešto drugo u pitanju.*

*U kratkom članku na ovu temu, pokušaću da pojasnim kako se na optimalan način prevazilaze sporne situacije odnosno koja su to ključna pitanja koja je potrebno postaviti kako bi nastala situacija bila potpuno jasna.*

***Ključne riječi:** Metodologija, Zahtjev za promjenom, implementacija, IT projekat*

### UVOD

Evropske i svjetske prakse dokazale su da bez metodološkog pristupa, razvoj i implementacija softverskih rješenja nije moguća. Svrha i cilj metodologije<sup>8</sup> je da pomogne realizaciji i dizajn softverskih rješenja na najefikasniji mogući način.

Takođe, njen cilj je da efikasno optimizuje vrijeme, ljudske resurse, nivo kvaliteta i druge resurse.

Postoje razne priznate i dokazane metodologije za implementaciju softverskih rješenja. Koristeći odabranu metodologiju, pristupa se planiranju i definisanju obuhvata projekta, kreiranju neophodne projektne dokumentacije, formiranju projektnog tima, realizaciji, testiranju, obukama i održavanju softverskog rješenja.

---

<sup>7</sup> (eng: Change Request) predstavlja promjene inicijalno definisanih funkcionalnosti, kvaliteta, rokova i budžeta projekta u okviru usvojenog Business Blueprint dokumenta iniciranih od strane korisnika tj. naručioca.

<sup>8</sup> Naučna disciplina koja raznim metodama dolazi do sistematizovanog i objektivnog saznanja stvarnosti uz primarni zadatak ili cilj da prouči i sistematizuje metode za odgovarajuće naučne discipline, Metodologija naučno istraživačkog rada, Akademik prof. dr Rajko Kuzmanović, 2012.

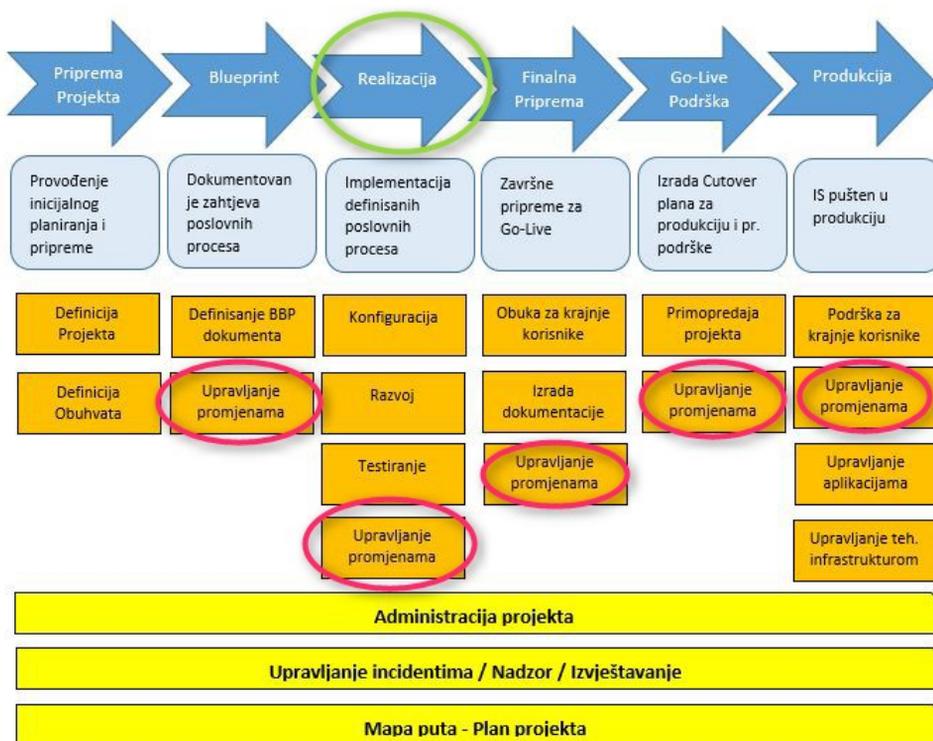
## FAZE IMPLEMENTACIJE

U procesu implementacije, najsloženija je treća faza (**Faza Realizacije**) [Sl.1] u kojoj treba voditi računa da su krajnji rezultat ispunjena korisnička očekivanja i uspješno realizovan projekat<sup>9</sup> na strani implementatora.

Najveći rizik predstavlja „**Big Bang**“ implementacija tj. svi puštanje u produkciju svih modula za sve korisnike unutar kompanije - odjednom. (ovakav pristup primjenjuje se u implementacijama „out of the box“ softvera ili na projektima relativno malog obuhvata).

Za većinu projekata koji uključuju prilagođavanja specifičnostima korisničkog poslovanja preporučuje se procesni, odnosno **fazni** pristup implementaciji. Kad kažem fazni pristup, mislim na to da se faza realizacije podijeli u više podfaza u zavisnosti od složenosti projekta.

Implementacija softverskih rješenja vrši se prema sljedećem planu projekta:



Slika 1. Plan implementacije IT projekta bez vremenskih parametara

<sup>9</sup> Projekat je složen, neponovljiv poslovni poduhvat koji se preduzima u budućnosti da bi se dostigli postavljene ciljevi u predviđenom vremenu i sa predviđenim troškovima, Project Management 2012, Akademik prof. dr Sanel Jakupović

## **Priprema projekta**

- Inicijalno definisanje obuhvata projekta, projektnih timova i ostale projektne dokumentacije u skladu sa odabranom metodologijom.

## **Blueprint**

- Dokument Business Blueprint (BBP) predstavlja detaljniju razradu dokumenta obuhvat projekta
- Ukoliko funkcionalnosti identifikovane u BBP ne postoje u standardnom softverskom rješenju, ili postoje određene specifičnosti, ili je potrebno detaljnije razraditi određene funkcionalnosti definisane u BBP, priprema se Programska specifikacija u kojoj su detaljno definisane sve specifičnosti koje nisu definisane u BBP.

## **Realizacija**

- Na osnovu potvrđenog (usaglašenog) dokumenta "Programska specifikacija<sup>10</sup>" implementator izvodi razvoj, a naručilac priprema Plan testiranja i Test scenario/scenarije.
- U okviru procesa Testiranja, naručilac vrši testiranje na osnovu Programske specifikacije i izrađenog Test scenarija.

## **Finalna priprema**

Faza finalne pripreme obuhvata sljedeće aktivnosti:

- Testiranje i otklanjanje grešaka
- Pregled rezultata testiranja i otklanjanja grešaka
- Priprema produkcionog sistema
- Izrada plana prelaska u produkciju (Cutover Plan)
- Priprema i testiranje produkcionog okruženja
- Prikaz podešavanja i rezultata testiranja produkcionog okruženja
- Priprema i konverzija podataka
- Verifikacija rezultata konverzija/migracija podataka

Ukoliko nakon testiranja nema otvorenih pitanja ili grešaka koje su visokog prioriteta, sistem je spreman za prelazak u operativni rad (produkciju) nakon čega se i verifikuje kretanje u produkciju od strane naručioca.

## **Go - Live / Podrška**

Kretanje u produkciju (Go-live) i postimplementaciona podrška obuhvata početak produkcije, praćenje i fino podešavanje (optimizacija) uvedenog sistema neposredno poslije kretanja u produkciju.

---

<sup>10</sup> Programska specifikacija predstavlja cjelokupnu kolekciju definicija programa i modula, uključuju ulaz, bazu podataka, izlaz, mrežu i dizajn softvera. Imaju formu izvještaja sa sljedećim elementima: sistemski pregled, dijagram toka podataka, format izlaznog izvještaja, šema baze podataka, izgled ekrana ili formati ulaza, definicije programa, opisi modula.

U ovoj fazi neophodno je sačiniti Plan obuke za ključne korisnike/Krajnje korisnike/ IT tim i ove obuke realizovati. Nakon kompletiranja projektne dokumentacije, kreiranja BBP dokumenta izvedenog stanja, isporučenih obuka, potpisuje se Zapisnik o primopredaji kompletnog projekta.

### **Kretanje u produkciju i postproduksijska podrška**

Nakon što je softversko rješenje u dovoljnoj mjeri testirano (unit test<sup>11</sup>, integracioni test<sup>12</sup>, test prihvatanja sistema<sup>13</sup>...), pušeno u rad, od tog trenutka počinje postproduksijska podrška – faza u kojoj se otklanjaju nedostaci neopaženi u prethodnim fazama:

- popravljane grešaka u prenesenim podacima, rikvestima itd.
- ispravljanje pogrešnih knjiženja
- dodatna obuka za krajnje korisnike
- dorade performansi softvera,
- bezbjednosna testiranja softvera i slično.

### **STRATEGIJA IMPLEMENTACIJE**

- **Sistem sa standardnim funkcionalnostima:** Preporuka je da se koriste standardni poslovni procesi. Ako u standardnim funkcionalnostima ne budu ispunjeni korisnički zahtjevi, koji su definisani u fazi konceptualnog dizajna — Business Blueprint dokumentom, pristupiće se razvoju specifičnih funkcionalnosti u skladu sa zahtjevima i potrebama poslovnog sistema.
- **Efikasnost i upotrebljivost:** Prednost imaju brzo realizovana i efikasna rješenja koja su jednostavna za korišćenje. Kompleksna rješenja koja zahtjevaju dugotrajne analize, komplikovane postupke i dodatna angažovanja korisnika trebaju biti BPR (reinženjeringom poslovnih procesa) pojednostavljena.
- **Uvođenje sistema sa što bržim rezultatima.** (modularna/fazna implementacija rješenja radi obezbjeđivanja kratkih projektnih ciklusa, brzih rezultata i visokog zadovoljstva korisnika.)
- **"Zamrzavanje" novih zahtjeva korisnika:** Definisani i usvojeni zahtjevi u fazi konceptualnog dizajna (BBP) predstavljaju stalni vodič projekta, sa što manjim odstupanjima od utvrđenih koncepata u toku realizacije.

### **UPRAVLJANJE PROMJENAMA NA PROJEKTU**

---

<sup>11</sup> Primjenjuje se na pojedine klase, module ili komponente programskog koda. Ova tehnika testiranja dijeli se na tehnike bijele i crne kutije.

<sup>12</sup> Integracioni test treba da pokrije sve poslovne procese, od početka do kraja. Korisnik potpisuje da je kroz integracioni test pokazano da je sve urađeno kako je planirano prema projektu.

<sup>13</sup> Test prihvatanja sistema je finalni test sistema koji se obavlja od strane krajnjih korisnika koji koriste realne podatke u predviđenom vremenskom periodu.

Vođe projekta na strani naručioca i na strani implementatora su odgovorni za uspostavljanje formalne procedure za upravljanje promjenama na projektu, koje dovode do promjene inicijalno definisanih kvaliteta, rokova i budžeta projekta u okviru BBP dokumenta.

Uobičajena formalna procedura podrazumjeva da ukoliko postoje promjene na Projektu da se inicira procedura za upravljanje promjenama. U skladu sa usvojenim dokumentima Projekta (Poslovnik projekta, Nacrt projekta, Standardi projekta) **ona može da se inicira u svakoj od faza**, [Sl.1] odnosno tokom:

- Usaglašavanja dokumenta Business Blueprint
- Pripreme programske specifikacije u slučaju da postoje neki procesi koji nisu obuhvaćeni BPP
- Prilikom testiranja, ukoliko se identifikuju novi zahtjevi koji nisu definisani u programskoj specifikaciji
- Nakon prelaska u operativni rad/produkciju, kada se identifikuju novi zahtjevi za funkcionalnostima koje nisu obuhvaćene BPP i programskim specifikacijama.

## **RJEŠAVANJE SPORA IZMEĐU IMPLEMENTATORA I NARUČIOCA OKO ZAHTJEVA ZA PROMJENOM**

U velikom broju slučajeva, pogotovo na složenim implementacijama, postoje slučajevi kada nije jednostavno usaglasiti stavove implementatora i naručioca o tome da li je određen zahtjev spada pod "Zahtjev za promjenom" ili je već predviđen u nekom obliku kroz dokumentaciju na projektu.

Ukoliko se Projektni tim<sup>14</sup> koga čine vodeći konsultant<sup>15</sup> i vođa tima<sup>16</sup> na strani naručioca (ali i ostali članovi tima) ne mogu usaglasiti, podnose ovaj zahtjev u formi "Otvorenog pitanja" Vođstvu projekta<sup>17</sup> (VP) na odlučivanje.

U tom slučaju, uobičajena je procedura da VP zatraži dodatnu dokumentaciju od strane tima za otvoreno pitanje koje razmatra. Ukoliko se nakon detaljnog upoznavanja VP ne postige saglasnost po pitanju zahtjeva za izmjenom koju traži vodeći konsultant, u

---

<sup>14</sup> Projektni timovi predstavljaju radne grupe sa zadatkom operativnog izvođenja aktivnosti radi dostizanja ciljeva projekta u svim oblastima obuhvaćenim Obuhvatom projekta (finansije i računovodstvo, logistika, informatička infrastruktura...). Projektni timovi sastoje se od rukovodioca projektnog tima, konsultanata implementatora, ključnih korisnika i članova timova iz poslovnih procesa i IT specijalnosti.

<sup>15</sup> Kod ugovora o implementaciji softverskih rješenja, vodeći konsultant je stručna osoba koja preuzima odgovornost za koordinaciju svih aktivnosti u okviru pripadajućeg funkcionalnog modula.

<sup>16</sup> Koordiniše rad projektnog tima u skladu sa zaduženjima, koje preuzima od vode projekta naručioca i vode projekta izvođača.

<sup>17</sup> Čine Vođa (Rukovodilac) projekta naručioca i Vođa (Rukovodilac) projekta implementatora i njihovi zamjenici.

skladu sa Poslovnikom projekta, zahtjev za izmjenom koju traži konsultant prosljeđuje se na odlučivanje Nadzornom odboru<sup>18</sup> (NO) projekta.

Svim članovima NO dostavljaju se sljedeći dokumenti:

1. Izjašnjenje VP na strani korisnika zajedno sa vođom tima na strani korisnika
2. Izjašnjenje VP na strani implementatora zajedno sa vodećim konsultantom za predmetni modul.

Nadzorni odbor donosi odluku na osnovu odgovora na sljedeća ključna pitanja:

- Da li postoji bar jedan dokument evidentiran u dosadašnjoj projektnoj dokumentaciji gdje postoji ovaj korisnički zahtjev?
- Da li postoji detaljan opis tražene funkcionalnosti u usvojenom BBP dokumentu?
- Da li postoji bar jedan Ticket<sup>19</sup>, email ili zapisnik sa radionice koji tretira ovu materiju?
- Da li postoji tehnička prepreka da se ovaj zahtjev realizuje?
- Da li je konsultant bio upoznat sa zakonskim rješenja koja tretiraju predmetni slučaj (ukoliko je zakonsko rješenje uticalo na način tehničke realizacije)?
- Da li postoji bar jedan testni scenarij koji predviđa ovu situaciju?
- Da li je na neki drugi način (posredno ili neposredno) ova funkcionalnost testirana prilikom Testa prihvatanja sistema, na osnovu koga je data saglasnost za kretanje u produkciju?
- Da li postoji bar jedna programska specifikacija koji definiše ovaj proces?

Nakon sagledavanja izjašnjenja, Nadzorni odbor projekta odlučuje prostom većinom glasova.

## ZAKLJUČAK

Najčešća otvorena pitanja koja eskaliraju prema zahtjevu za promjenom su zbog problema sa percepcijom, refleksijom i retencijom.

Problem sa **percepcijom** proizilazi bilo zbog malog broja održanih zajedničkih radionica projektnog tima i vodećeg konsultanta, bilo zbog zauzetosti konsultanta drugim poslovima/projektima bilo zbog velikog procenta čovjek-dana udaljenog rada.

Problem sa **refleksijom** kao mentalnim procesom podrazumjeva izazivanje članova projektnog tima na korišćenje kritičkog mišljenja pri provjeri prezentovanih podataka i njihove valjanosti da bi donijeli zaključke na osnovu dobijenih ideja. Takođe, ovo podrazumjeva kontinuirani proces traženja mogućih rješenja koja vode do konačnog

---

<sup>18</sup> Nadzorni odbor projekta predstavlja najviši nivo odlučivanja u projektu. Stalni članovi NO najčešće se biraju iz najvišeg rukovodstva, kako naručioca, kao korisnika, tako i implementatora. Tu su takođe i članovi proizvođača softvera odnosno vlasnih aintelektualne svojine (samo u slučajevima kada se radi o velikim projektima).

<sup>19</sup> Podrška softverskom rješenju se uobičajeno obavlja putem sistema za podršku u kome se upisuje što je više moguće detalja o problemu uključujući i nivo prioriteta. Nakon toga se tim podršku obavještava o pristiglom problemu i pristupa rješavanju istog.

zaključka u cilju postizanja potpunijeg i boljeg razumijevanja koncepta (konceptualno razumijevanje).

Problem sa **retencijom** podrazumjeva zadržavanje, uskraćivanje ili odbijanje za sebe ili za članove projektnog tima informacija koje jedna strana misli da nije važna drugoj strani.

Od velike važnosti je da ukoliko pred nadzorni odbor dođe zahtjev za promjenom, NO treba da ima jedinstvenu percepciju o ovom problemu.

Takođe, potrebno podići nivo odgovornosti za rokove i kvalitet dokumentacije, formi i procedura, tj. zategnuti odgovornost za ponašanje da ne dovode do dvoznačnosti.

Ukoliko su česte situacije da pred NO dolaze neopravdani zahtjevi za izmjenama, onda NO treba da zaduži VP da pojača sistem kontrole i izvršavanja zadataka i zaduženja na Projektu da ne bi dolazilo do divergentnih stavova.

## REFERENCE

- [1] Projektna dokumentacija - Obuhvat projekta, S&T, Srbija, 2012.
- [2] SAP AG, "The Run SAP methodology", Waldorf, (datum preuzimanja 02.09.2016.) [http://www.sdn.sap.com/irj/sdn/go/portal/prtroot/docs/media/streamingmedia/developer-areas/service-oriented-architecture/Starter%20Kit%20for%20SOA/assets/Journey/downloads/WP\\_RUN-SAP\\_Methodology.pdf](http://www.sdn.sap.com/irj/sdn/go/portal/prtroot/docs/media/streamingmedia/developer-areas/service-oriented-architecture/Starter%20Kit%20for%20SOA/assets/Journey/downloads/WP_RUN-SAP_Methodology.pdf)
- [3] SAP AG, "Change Request Management - SAP Support Portal", Waldorf, (datum preuzimanja 02.09.2016.) <https://support.sap.com/content/dam/library/SAP%20Support%20Portal/support-programs-services/solution-manager/consulting/application-incident-management/change-request-management-r6c3.pdf>
- [4] Radoslav Avlijaš, Goran Avlijaš, Upravljanje projektom, Univerzitet Singidunum, Beograd, 2011.

## ***THE EUROPEAN EXPERIENCES IN CHANGE MANAGEMENT IN IT PROJECTS***

**Abstract:** *Change Management in an IT Project is a way of realization of potential changes to the project, introduction of new functionalities and guidance towards effective implementation of the project objectives.*

*Since any request for changes (Change Request) to IT projects is charged separately, according to the amount of work that is required to be performed, it is not surprising that there are frequent situations when a contracting authority is in a dispute with an implementer over whether a particular claim falls under the request for change, or something else is at stake.*

*In a brief article on this subject, I will try to explain optimal way to resolve those disputatious situations.*

**Key Words:** *Methodology, Change Requests, Implementation, IT project.*

## IZVORI NAPAJANJA NA UREĐAJIMA U BEŽIČNIM SENZORSKIM MREŽAMA

Danko Jotanović

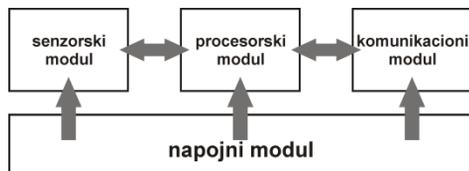
**Abstrakt:** Bežične senzorske mreže sa rezultatima svojih mjerenja i očitavanja, nalaze primjenu u gotovo svim sferama ljudskih aktivnosti. Prikupljanje baznih podataka nakon kojih se njihovom obradom dolazi do korisnih zaključaka u vojnim operacijama, meteorologiji, medicini, raznim socijalnim istraživanjima... samo su neki od primjera korištenja. Nakon postavljanja ovakve infrastrukture, ne očekuje se nikakva naknadna aktivnost u smislu servisiranja ili administriranja. Stoga je neophodno dizajnirati uređaje sa određenim nivoom "inteligencije" kojom bi se osigurala operativnost mreže. Jedan od ključnih problema s kojim se dizajneri bežičnih senzorskih mreža susreću je problem napajanja uređaja, odnosno eksploatacionog vijeka bežične senzorske mreže.

**Ključne riječi:** baterija, ambijentalna energija, pretvarači, "energy harvesting"

### UVOD:

Razni vidovi mjerenja imaju ključnu ulogu u nauci i praksi. Podaci dobijeni mjerenjem su u većini slučajeva skalarni veličine, i kao takve, idealne su za numeričku obradu i izvođenje raznih proračuna. Razvojem informacionih tehnologija i računara, strahovito su ubrzani i procesi prikupljanja podataka i njihova numerička obrada. Posebna klasa mjernih uređaja čija je upotreba u ekspanziji su senzorski mjerni uređaji koji rezultate mjerenja centralnoj jedinici za obradu podataka saopštavaju posredstvom radio talasa. To su visoko integrisane naprave ekstremno malih dimenzija, koje se u opštem slučaju sastoje od:

1. senzorskog modula zaduženog za mjerenje određene fizičke veličine (temperatura, pritisak, jačina zvuka, pokret, zagađenost zraka...)
2. procesorskog modula zaduženog za obradu prikupljenih podataka
3. komunikacionog modula zaduženog za transport prikupljenih podataka i
4. napojnog modula



Slika 13: Komponente bežičnog senzorskog uređaja

Organizovanjem većeg broja ovakvih uređaja u jedinstvenu cjelinu, dobija se bežična senzorska mreža.

Zahvaljujući minijaturnim dimenzijama i maloj težini svakog pojedinačnog uređaja, postavljanje bežične senzorske mreže je relativno jednostavno

(npr. izbacivanjem iz aviona preko određene površine terena), pa su iste našle su primjenu u brojnim oblastima kao što su meteorologija, biologija, ispitivanje terena (mora), zdravstvo, vojne primjene... S druge strane, minijaturne dimenzije i mala težina predstavljaju ozbiljno ograničenje "životnom" vijeku bežične senzorske mreže. Napojni modul treba obezbijediti trajno napajanje ostalim modulima tokom cijelog planiranog trajanja korištenja bežične senzorske mreže. Za napajanje potrošačkih modula bežičnog senzorskog uređaja, u većini slučajeva se koriste baterije. Kad se baterija istroši, uređaj ostaje bez napajanja i beskoristan je sve dok se izvor napajanja ne zamijeni novim ili dok se na neki način potrošeni izvor napajanja ne dopuni. Napajanje uređaja postaje kritični problem kad se uzme u obzir zamjena potrošenih baterija, odnosno dopunjavanje istih.

## **1. Baterije kao izvori napajanja: [3]**

Imajući u vidu male dimenzije senzorskih uređaja, i baterije koje ih napajaju također moraju biti dizajnirane unutar malih dimenzija. Kako baterije energiju obezbjeđuju odvijanjem unutrašnjih hemijskih reakcija, zahtjev za minimalizacijom dimenzija baterije je u direktnom konfliktu sa njenim kapacitetom. Pri izboru baterije za napajanje bežičnog senzorskog uređaja treba obratiti pažnju na nekoliko kriterijuma: napon koji baterija daje, broj ciklusa punjenja/praznjenja tokom radnog vijeka baterije, gustinu energije (odnos kapaciteta baterije i njene težine), cijenu, sigurnost, uticaj na okolinu...

### **1.1. Cink-ugljene baterije**

Bile su širokoj upotrebi do cca 20 godina unazad. Cijena proizvodnje im je relativno niska. Obezbjeđuju stabilnih 1.5V po ćeliji i ne mogu se dopunjavati. Za katodu se koristi mješavina ugljika (C) i manganovog dioksida ( $MnO_2$ ), za anodu se koristi cink (Zn) a elektrolit je cinkov hlorid ( $ZnCl_2$ ). Glavna mana ovog tipa baterija je njihovo kućište koje istovremeno služi i kao anoda. Usljed hemijske reakcije na kućištima često je dolazilo do perforacija kroz koje je curio elektrolit. Pri kontaktu blago kiselog elektrolita sa elektronikom uređaja, nastajala bi oštećenja, pa stoga ugljene baterije nisu korištene u uređajima na kritičnim funkcijama. [4]

### **1.2. Ni-Cd baterije**

Zahvaljujući činjenici da su prepunjive i vrlo robusne, Ni-Cd baterije su u upotrebi već dugi niz godina. Obezbjeđuju jaku struju pri relativno stabilnom naponu od 1.2V, i mogu izdržati jaka praznjenja bez značajnijih negativnih posljedica spram kapaciteta. Zbog kadmijuma (Cd) koji se koristi za izradu anode, ovaj tip baterija je skup sa stanovišta troškova proizvodnje. Pored toga, kadmijum je vrlo otrovan hemijski element, pa se posebna pažnja treba posvetiti otpadnim materijalima. Ukoliko se Ni-Cd baterija potpuno ne isprazni a priključi se na punjenje, tokom vremena se razvije "efekat memorije", čija je posljedica smanjenje raspoloživog kapaciteta. "Efekat memorije" moguće je ukloniti dok god je elektrolit tečan. Ukoliko elektrolit počne da kristališe, šteta je nepovratna.

### 1.3. Alkalne baterije

Alkalne baterije se najčešće koriste na uređajima u bežičnim senzorskim mrežama. Njihova glavna mana je što, kao i ugljene baterije (od kojih se razlikuju samo u upotrebljenom elektrolitu), imaju fiksni kapacitet i nisu prepunjive, pa im je stoga ograničen eksploatacioni vijek. Ipak eksploatacioni vijek alkalnih baterija je 5-6 puta duži od eksploatacionog vijeka ugljenih baterija. Nominalni napon alkalne ćelije je 1.5V, iako efektivni napon u praznom hodu varira od 1.5V do 1.65V zavisno od čistoće manganovog dioksida u katodi i cinkovog oksida u elektrolitu. Mana ovom tipu baterija je sklonost ispuštanju kalijumovog hidroksida (KOH) koji je vrlo agresivan, posebno spram aluminijuma. U dodiru sa vazduhom, KOH reaguje sa CO<sub>2</sub> nakon čega nastaje kalijum karbonat (K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) u vidu kristalne strukture koja raste s vremenom i koja u dodiru sa elektronskim elementima uređaja često dovodi do trajnog oštećenja istih.

### 1.4. Prepunjive alkalne baterije

Ova tehnologija je razvijena kao jeftinija alternativa Ni-Cd baterijama. Pri tome, gustina energije i broj ciklusa nije tako dobar kao kod Ni-Cd baterija. Iako je inicijalna gustina energije kod prepunljivih alkalnih baterija veća nego kod Ni-Cd baterija, pokazalo se da tokom eksploatacije rapidno opada sa porastom broja ciklusa prepunjavanja. Glavna mana im je mali broj ciklusa prepunjavanja (oko 25 ciklusa) [3]

### 1.5. Nikl Metal Hidrid (NiMH)

NiMH baterije su najzastupljeniji tip prepunljivih baterija u upotrebi. Tokom eksploatacionog perioda (ciklusi punjenja/praznjenja), karakteristike im se mijenjaju u manjoj mjeri nego kod Ni-Cd baterija. Zbog svoje težine i ćelijskog napona od 1.2V, imaju nešto manju gustinu energije od alkalnih. Za razliku od većine drugih tipova baterija, NiMH baterije imaju vrlo dobre karakteristike na niskim temperaturama. [2]

### 1.6. Litijum polimer

Litijum polimer tehnologija omogućila je izradu baterija čija je debljina ispod 1mm. Pošto je litijum (Li) element sa visokim elektro performansama, specifična energija nekih tipova baterija rađenih u ovoj tehnologiji je i do pet puta veća nego kod klasičnih olovnih baterija. Iz istog razloga, i napon litijumske ćelije je veći. Kreće se u intervalu od 3V do 3.7V. Prepunjive litijum-ion baterije imaju bolje karakteristike od Ni-Cd baterija, ali za razliku od Ni-Cd baterija, imaju veće troškove proizvodnje i u prosjeku daju nešto manje energije po eksploatacionom ciklusu. Nedostatak baterija rađenih u ovoj tehnologiji je činjenica da litijum pri kontaktu sa vodom burno reaguje, proizvodeći veliku količinu vodika (H<sub>2</sub>) koji stvara veliki pritisak unutar ćelije, a ako se zapali, dolazi do eksplozije. Zbog toga su litijum-polimer baterije uglavnom vrlo malih dimenzija.

## **FAKTORI SA DIREKTNIM UTICAJEM NA ŽIVOTNI VIJEK BATERIJE**

Postoji analogija između baterija i vodenih rezervoara. Struja koju baterija može dati potrošaču korespondira sa količinom vode na ispusnom ventilu rezervoara, dok napon baterije korespondira sa pritiskom koji vlada na ispusnom ventilu. Nivo energije u rezervoaru je tim veći što je rezervoar puniji a voda u njemu toplija. Slično je i sa baterijama. Uvažavajući činjenicu da se u baterijama odvijaju elektro-hemijski procesi, nameću se sljedeći faktori koji utiču na životni vijek baterije:

### **1.7. Faktori vezani uz hemijske reakcije**

Hemijske reakcije od kojih zavisi mogućnost baterije da obezbijedi napajanje potrošaču su uglavnom popraćene dodatnim neželjenim hemijskim reakcijama koje smanjuju količinu aktivne materije u baterijskoj ćeliji. Neželjene hemijske reakcije su izraženije tim više što je struja pražnjenja veća. Na malim strujama pražnjenja smanjivanje količine aktivne materije se relativno uniformno raspoređuje po elektrodama. Međutim pri velikim strujama pražnjenja, može se dogoditi da na određenim regijama elektroda dođe do intenzivnijeg trošenja aktivne materije, što za posljedicu ima smanjenje kapaciteta baterije. Ova pojava se još naziva i nelinearnost baterije. [6]

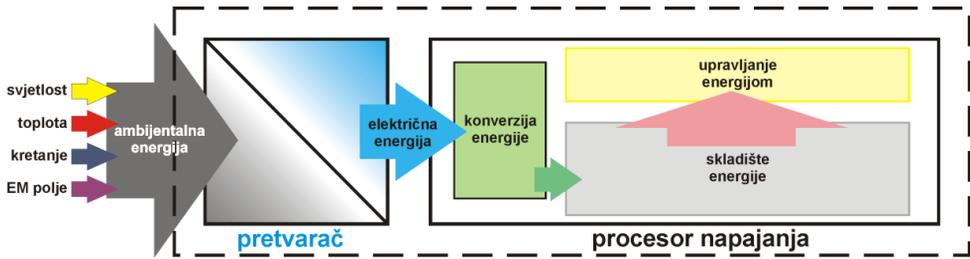
### **1.8. Termički faktori**

U principu, hladne baterije mnogo bolje čuvaju energiju, ali kao izvori napajanja, na niskim temperaturama se ne ponašaju dobro. (analogija sa vodenim rezervoarom: ako je voda zaleđena, neće isticati, iako je rezervoar pun). Stoga je preporučljivo baterije čuvati na hladnom mjestu, i prije upotrebe zagrijati ih na radnu temperaturu (oko 25°C). [6]

## **TEHNOLOGIJE KOJE OMOGUĆAVAJU PRODUŽENJE EKSPLOATACIONOG VIJEKA BEŽIČNIM SENZORSKIM MREŽAMA**

Uređaji u bežičnim senzorskim mrežama se uglavnom napajaju energijom uskladištenom u nekom tipu upotrebljene baterije. Kad se baterija istroši, uređaj prestaje sa radom. Tokom vremena, broj potrošenih baterija je sve veći, što konačno rezultira prestankom rada bežične senzorske mreže kao cjeline. Zamjena odnosno dopunjavanje potrošenih baterija je skup proces koji podrazumijeva izlazak na lokalitet bežične senzorske mreže, što je u većini slučajeva ekstremno teško realizovati. Stoga, na neki način treba omogućiti dopunjavanje baterija bez potrebe izlaženja na teren. Za tu svrhu, osmišljeni su "mikro generatori" koji iskorištavaju ambijentalnu energiju prisutnu u neposrednoj blizini bežičnog senzorskog uređaja. Proces prikupljanja ambijentalne energije nazvan je "Energy harvesting". Najčešći izvori energije prisutne u okolini su: svjetlost (uglavnom sunčeva), toplota, razne vrste kretanja te razna elektromagnetna polja. [7]

Jednostavni napojni modul bežičnog senzorskog uređaja sačinjen isključivo od baterije (prikazan na slici 1) u novom kontekstu dobija potpuno drugačiji izgled:

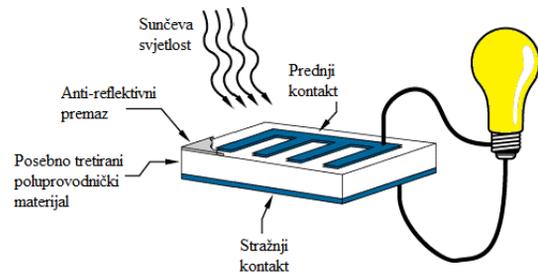


Slika 14: Napojni modul sa prikupljačem i pretvaračem ambijentalne energije

Zavisno od lokacije i namjene, napojni moduli na uređajima u bežičnim senzorskim mrežama mogu biti opremljeni odgovarajućim prikupljačem (najčešće samo jednog vida) ambijentalne energije. U ekstremnim situacijama, po potrebi, moguće je korištenje i više od jedne vrste prikupljača/pretvarača.

### 1.9. Pretvarači svjetlosne energije

Pretvarači svjetlosne energije rade na principu fotoelektričnog efekta. Kad se određeni materijali izlože svjetlu, atomi bliski osvijetljenoj površini absorbiraju fotone svjetlosti i otpuštaju elektrone. Prikupljanjem oslobođenih elektrona stvara se razlika električnih potencijala koja za posljedicu omogućava protok električne struje. Svjetlosne (fotonaponske) ćelije omogućavaju direktnu konverziju svjetlosti u električnu struju.



Slika 15: Shematski prikaz fotoćelije [5]

### 1.10. Pretvarači toplotne energije

Pretvarači toplotne energije rade na principu termoelektričnog efekta. Kad na različitim krajevima materijala postoji razlika u temperaturi, elektroni na toplijem kraju biće pobuđeniji i brže će se kretati od elektrona na hladnijem kraju. Posljedica različitog pobuđivanja elektrona je električni napon između toplog i hladnog kraja. Da bi neki materijal imao dobra i iskoristiva termoelektrična svojstva, potrebno je da je dobar električni provodnik, ali da je u isto vrijeme toplotni izolator. [8] Nažalost, kod većine poznatih materijala, dobra električna provodljivost podrazumijeva i dobru toplotnu provodljivost. Razvoj poluprovodničkih parova sastavljenih od n-tipa i p-tipa omogućio je da se Peltier-ov efekat praktično upotrebi za hlađenje. [9]

### 1.11. Pretvarači mehaničke energije

Mehanička energija generisana kretanjem objekta (ili vibracijama) također se može prikupljati. Kod ovog tipa pretvarača, najzastupljeniji su piezo pretvarači, koji funkcioniraju na principu piezoelektričnog efekta. Piezoelektrični efekat je efekat pojavljivanja električnog napona (tj. potencijalne razlike usljed različitog naelektrisanja) na suprotnim

stranama kristala nekog električki neprovodnog materijala, kad se isti izloži mehaničkom pritisku. [10]

### 1.12. Pretvarači elektromagnetne energije

Pretvarači iz ove grupe funkcionišu na elektromagnetnim principima i pretvaraju magnetnu energiju u električnu. Neke od glavnih kategorija u ovoj grupi pretvarača su diferencijalni transformatori, magnetni pretvarači na principu Hall-ovog efekta, indukcioni pretvarači,

*Tabela 1: Poređenje tipova pretvarača ambijentalne energije [7]*

izvor energije	problematika	opseg električne impedanse	naponski opseg	opseg izlazne snage
svjetlost	zahtijeva veliku površinu	zavisno od količine svjetla $1\text{k}\Omega - 100\text{k}\Omega$	DC: $0.5\text{V} - 5\text{V}$ zavisno od broja povezanih ćelija	$10\mu\text{W} - 15\text{mW}$
vibracije	varijabilnost frekvencija vibriranja	konstantan $10\text{k}\Omega - 100\text{k}\Omega$	AC: ispod $100\text{V}$	$1\mu\text{W} - 20\text{mW}$
toplota	niski toplotni gradijenti, efikasno odvođenje toplote	konstantan $1\Omega - 1000\Omega$	DC: $0.01\text{V} - 10\text{V}$	$0.5\text{mW} - 10\text{mW}$ (pri temperaturnom gradijentu od $20^\circ\text{C}$ )
EM polje	prenos i ispravljanje	konstantan $1\text{k}\Omega - 10\text{k}\Omega$	AC: $0.5\text{V} - 5\text{V}$ varira sa snagom i razdaljinom	širok opseg

## ZAKLJUČAK

Za relativno kratkotrajnu upotrebu, baterije su zadovoljavajući vid napajanja uređaja u bežičnim senzorskim mrežama. Ozbiljna infrastruktura kao što je bežična senzorska mreža je skupa investicija koja treba da se iskorištava što je duže moguće. Moduli bežičnog senzorskog uređaja koji crpe energiju baterije u pravilu mogu bez kvarova raditi mnogo duže nego što je baterija sposobna da ih napaja.

Neka rješenja za produživanje radnog i eksploatacionog vijeka bežičnih senzorskih mreža su već realizovana: komunikacioni modul predstavlja najvećeg "potrošača" i s tim u vezi, komunikacioni protokoli se sve više optimizuju u cilju minimalizacije količine energije potrebne za prenos podataka kroz bežičnu mrežu. Međutim, iako su slična rješenja bez sumnje korisna, ne rješavaju problem u potpunosti.

U tom smislu, upotreba obnovljivih izvora napajanja baziranih na prikupljanju određenog vida/vidova ambijentalne energije moglo bi predstavljati najopštije rješenje za usaglašavanje razlika u trajanju životnih vijekova pojedinih modula.

## REFERENCE

- [1] D. Linden, T. Reddy, Handbook of batteries, 3rd ed., McGraw-Hill, 2002, ISBN 0-07-135978-8
- [2] W. Guo, M. Healy, Power Supply Issues in Battery Reliant Wireless Sensor Networks: A Review, INTERNATIONAL JOURNAL OF INTELLIGENT CONTROL AND SYSTEMS VOL. 19, NO. 1, MARCH 2014, 15-23
- [3] <http://faculty.bus.olemiss.edu/breithel/b620s02/humphrey/battery%20research.htm>, september 2016
- [4] [https://en.wikipedia.org/wiki/Zinc%E2%80%93carbon\\_battery](https://en.wikipedia.org/wiki/Zinc%E2%80%93carbon_battery), september 2016
- [5] <http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2002/solarcells/>, september 2016
- [6] <http://www.sensorsmag.com/networking-communications/batteries/a-practical-guide-battery-technologies-wireless-sensor-netwo-1499>, september 2016
- [7] <http://www.mouser.com/pdfDocs/Cymbet-WP-Zero-Power-Wireless-Sensor.pdf0.pdf>, september 2016
- [8] <http://news.mit.edu/2010/explained-thermoelectricity-0427>, september 2016
- [9] <https://www.britannica.com/science/thermoelectricity>, september 2016
- [10] <https://www.britannica.com/science/piezoelectricity>, september 2016



## E-UČENJE U FUNKCIJI POBOLJŠANJA POSLOVNIH I EKOLOŠKIH PERFORMANSI ORGANIZACIJA

Veljko Đukić<sup>1</sup>, Biljana Đukić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Panevropski univerzitet Apeiron Banja Luka, <sup>2</sup>Osnovna škola Danilo Borković Gradiška

**Abstrakt:** E-učenje je koncept koji se javlja kao alat za poboljšanje poslovnih i ekoloških performansi organizacije kroz unapređenje edukacije zaposlenika uz niže troškove. Primjena e-učenja u organizacijama trebala bi uključivati i evaluaciju ostvarenih rezultata kako bi se dobio uvid u ostvareno i smjernice za buduća djelovanja. U radu je razmatran nivo poznavanja i primjene metoda, načina i tehnika evaluacije rezultata e-učenja, prepreke koje koče širu primjenu te stavovi ključnih osoba uključenih u procese donošenja strateških odluka vezanih uz e-učenje.

Empirijsko istraživanje pokazalo je kako poslovne organizacije u Republici Srpskoj još uvijek nisu u dovoljnoj mjeri upoznate s mogućnostima i načinima provedbe evaluacije iz čega proizlazi skromna primjena evaluacije rezultata e-učenja prema obimu i raznolikosti. Unapređenje svijesti ključnih osoba u organizaciji o važnosti evaluacije e-učenja, upoznatost s metodama i načinima provedbe te uključivanje evaluacije u plan implementacije od samog početka vode ka široj primjeni i sukladno tome analizi, kvantificiranju i definisanju troškova i koristi ovog ulaganja. Na taj način, organizacije postaju svjesnije konkurentskih prednosti, prvenstveno ekonomskih koristi, koje ovo ulaganje donosi.

Primjena e-učenja u Republici Srpskoj ovisit će o ispunjenju očekivanja te dokazivanju opravdanosti ulaganja, što je moguće jedino uz planiranu, temeljnu i pravovremenu evaluaciju rezultata.

**Ključne riječi:** e-učenje, evaluacija, poslovne i ekološke performanse.

### 1. UVOD

Novi uslovi poslovanja uključuju primjene novih, dosad nedovoljno korištenih tehnologija, te vrše pritisak na organizacije da pronađu nove načine ostvarivanja profita, istovremeno stalno radeći na snižavanju troškova. U današnjim uslovima, organizacije mogu biti uspješne samo ako su spremne na promjene, konstantno ulaganje u zaposlenike, prilagođavanje njihovih znanja i vještina promjenama u okruženju te ukoliko rade na pronalasku novih i efikasnijih načina edukacije i usavršavanja svojih zaposlenika. U vrijeme ubrzano rastuće važnosti IT, kada ulaganja u IT zauzimaju sve veći postotak u ukupnim ulaganjima organizacije, neophodno je, ukazivanjem na rezultate i prednosti

koje njihovom primjenom organizacije mogu steći, opravdati navedena ulaganja. Primjena e-učenja se javlja kao jedno od najboljih rješenja, odnosno alata koji omogućavaju organizacijama unapređenje edukacije zaposlenih, poslovnih i ekoloških performansi te se kao takvo postavlja kao logično ulaganje organizacija i poboljšanje konačnog rezultata[1].

Uspješna implementacija e-učenja, njegovo strategijsko planiranje i primjena, pružaju značajne, mjerljive prednosti organizacijama koje ih koriste te omogućavaju postizanje značajnih i dugoročnih poboljšanja poslovnih i ekoloških performansi. Kako organizacije posljednjih nekoliko godina posluju u uslovima ekonomske krize, jasno je kako su i budžeti predviđeni za edukaciju zaposlenika sniženi, kako organizacije nastoje uštedjeti na svim područjima gdje je to moguće te kako neće ulagati u nešto u čije koristi nisu sigurni. Menadžeri koji nastoje sniziti troškove poslovanja, analiziraju ulogu informacijskih tehnologija te su skeptični vezano za doprinos informacijskih tehnologija u ukupnom financijskom poslovanju organizacije i nisu sigurni u direktnu povezanost informacijskih tehnologija s poslovnim ciljevima organizacije. Nematerijalne prednosti koje ulaganje u IT donosi, kao što su poboljšanje kvalitete proizvoda, stanje životne sredine, pravovremenosti, prilagodbe i sl. su već niz godina predmet raznih istraživanja. Većina autora koji analiziraju navedeni problem smatra kako prednosti koje IT pruža nisu analizirane i mjerene na odgovarajući način, te neki od njih uzrok neodgovarajućeg mjerenja vide u primjeni konvencionalnih tehnika mjerenja produktivnosti, cost-benefit analiza koje ne uzima u obzir sve faktore koji utiču na uspješnost organizacije te nisu u mogućnosti dati stvarnu sliku trenutnog stanja organizacije.

E-učenje u organizacijama trebalo bi biti planirano na način da podržava strateške ciljeve te da je u direktnoj vezi s poslovnom strategijom organizacije. Prije same implementacije e-učenja organizacije bi trebale definisati razloge investiranja u e-učenje, ciljeve koje žele ostvariti uvođenjem i načine na koje će mjeriti i analizirati uspješnost provedbe te definisati koristi koje su ostvarene[2].

## **2. METODOLOŠKI ASPEKTI E-UČENJA**

Jedan od najznačajnijih preduslova za uspješnu implementaciju e-učenja jest pažljivo razmatranje temeljnih pedagoških aspekata e-učenja, koji zapravo podupiru i oblikuju procese e-učenja. Međutim upravo navedeno u praksi biva najčešće zanemaren aspekt u svakom nastojanju da se uvede e-učenje[3]. Metodologija u okviru e-učenja obuhvaća karakteristične nastavne programe pojedinih poslovnih organizacija, teorije učenja na radnom mjestu te konceptualne okvire za ocjenu individualnog i organizacijskog učenja[4].

Organizacije trebaju poštovati različitost u stilovima učenja svojih zaposlenika te, u ovisnosti o organizacijsko-tehničkim mogućnostima, nastojati kreirati sveobuhvatne programe koji će odgovarati različitim tipovima učenika. Prema prihvaćenoj tipologiji učenici mogu biti: (1) vizuelni – preferiraju multi-senzorski pristup, odnosno korištenje pokreta, boja, slika i zvukova; (2) auditivni – preferiraju informacije primati zvukom; (3) taktilni ili kinestetički – preferiraju izradu modela, praktične vježbe, igranje uloga i sl.[5] Iz navedenoga slijedi kako, prije razvoja bilo kakvih materijala za učenje, kreatori

sadržaja za učenje moraju znati načela učenja i kako zaposlenici uče, te razvoj učinkovitih materijala treba zasnivati na pedagoškim principima koji su postavljeni u provjerenim teorijama učenja. E-učenje u poslovnim organizacijama se zasniva na istim pedagoškim principima na kojima se zasniva i obučavanje u tradicionalnoj učionici, međutim potrebno ih je proširiti na način da u obzir uzmu i brze promjene u tehnologiji.

Kada govorimo o metodološkim aspektima poslovnog e-učenja, važno je sagledati sve faktore koji se postavljaju kao ključne determinante efektivnog e-učenja, među koje spadaju dubina sadržaja, motivacija zaposlenika, podrška korisniku, lakoća korištenja materijala, interakcija s ostalim polaznicima, vrijeme i mogućnosti za učenje i sl. Motivacija zaposlenika jedan je od ključnih pokretača uspjeha procesa e-učenja te kreatori e-kurseva moraju pronaći načine kako motivirati zaposlenike da bi uspješno završili e-kurs. Pri podizanju motivacije zaposlenika nužno je privući pozornost i zadobiti interes zaposlenika, pri čemu su kreatorima tečajeva dostupne različite tehnike kao vizuelna raznolikost, interaktivnost, igre, multimedijalni sadržaj, humor, provokativna pitanja i sl. Poslije dobivanja pažnje polaznika kursa, potrebno je poboljšati angažman polaznika što se postiže odabirom sadržaja za koji su zaposlenici svjesni da se odnosi na njih i da će naučeno imati prilike upotrijebiti u daljnjem radu. Polaznici kursa su motivisani za e-učenje ukoliko imaju pozitivna očekivanja te vjeruju da su ga sposobni završiti. Dakle, jasna slika pravca kojim moraju ići i na koji način će uspješno završiti kurs, podiže njihovo samopouzdanje a samim time i motivaciju.

Komunikacija i interakcija unutar sistema e-učenja direktno utiče na procese e-učenja te kako bi bile što uspješnije potrebno je preduzeti neke korake kao što su prilagođavanje poruka potrebama i kapacitetima polaznika, češće ostvarivanje dvosmjerne veze u komunikaciji, održavanje frekvencije i pružanje trenutne povratne informacije kad god je to moguće[2].

### **3. KONTROLA E-UČENJA U ORGANIZACIJAMA**

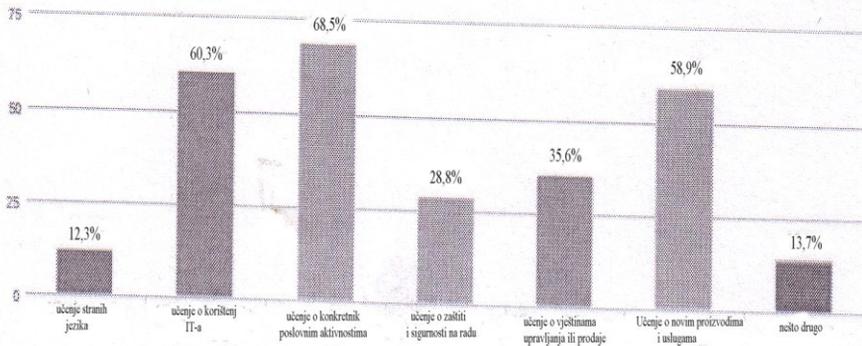
Kontrola e-učenja odnosi se na slijedeće aktivnosti: definisanje metoda i tehnika procjene, uspostava mjernih instrumenata u mehanizama, provođenje testiranja s korisnicima, kontrola performansi platforme e-učenja, procjena kursa e-učenja od polaznika, kontrola ponašanja polaznika u kursu e-učenja, kontrola scenarija e-učenja, donošenje suda, predlaganje poboljšanja platforme, procesa i scenarija e-učenja. Čak i najbolje planirane i najpažljivije implementirane strategije poslovnog e-učenja neće ispuniti očekivanja ukoliko se ne provode periodične evaluacije i procjene[2]. Kontrola procesa e-učenja omogućava identifikaciju aktivnosti i područja gdje su potrebne izmjene i poboljšanja, u vidu uvođenje dodatnih alata, organizacijska poboljšanja, povećanja motiviranosti polaznika i sl. Kako bi kvalitetno provodile evaluaciju procesa e-učenja, organizacije bi trebale provoditi slijedeće:

odrediti primarne ciljeve, tražiti povratne informacije od zaposlenika, testirati zaposlenike, procijeniti koliko su stečene vještine korištene na radnom mjestu, podsticati konstantnu procjenu strategije poslovnog e-učenja unutar organizacije.

#### 4. TRENDOM VEZANI UZ POSLOVNO E-UČENJE U REPUBLICI SRPSKOJ

U ispitivanju stanja i trendova vezanih uz poslovno e-učenje u Republici Srpskoj provedenom 2015. godine sudjelovale su 23 poslovne organizacije koje u svom poslovanju koriste e-learning.

Prema rezultatima istraživanja odnos e-učenja u poslovnoj organizaciji za vrijeme radnog vremena je 72,2% prema 27,8% van radnog vremena. Područja za koja se u poslovnim organizacijama u Republici Srpskoj provode aktivnosti e-učenja uglavnom predstavljaju učenje o konkretnim poslovnim aktivnostima (korištenje posebnih mašina, sistema), učenje o korištenju IT-a, učenje o novim proizvodima i uslugama te učenje o vještinama upravljanja ili prodaje.



Slika 1. Oblasti za koja se provode aktivnosti e-učenja

Najzastupljenija vrsta e-učenja jest „Bilo koje vrijeme, bilo koje mjesto“, dok je najmanje zastupljeno učenje u bilo koje vrijeme na točno određenom mjestu. Zaposlenicima se sadržaji za e-učenje u najvećem broju slučajeva dostavljaju putem e-maila ili intranetom, dok se manjim dijelom sadržaj dostavlja putem LMS-a (eng. Learning Management System), što ne iznenađuje s obzirom da čak 78,5% od ispitanih poduzeća nema sistem za upravljanje učenjem/znanjem odnosno LMS. Kada govorimo o formatu dostave sadržaja e-učenja zaposlenicima, jasno je da je to područje u poslovnim organizacijama u Republici Srpskoj još uvijek nedovoljno razvijeno te da je moguće razvoj i inovacije usmjeriti u tom pravcu. Najčešće korišteni formati sadržaja jesu PDF ili Word dokumenti, dok su video prezentacije, simulacije, gemificirani sadržaj i animacije još uvijek rijetkost. Pokazatelj nezadovoljavajućeg nivoa razvijenosti e-učenja u poslovnim organizacijama u Republici Srpskoj jest čak 85,7% slučajeva gdje se e-učenje ne povezuje s društvenim mrežama, a ukoliko i jest povezano to je samo na način da se e-učenje promovira društvenim mrežama dok u jako malom broju slučajeva dolazi do potpune integracije e-učenja s društvenim mrežama. Dodatni pokazatelj nezadovoljavajućeg nivoa tj. područje na kojemu je potrebno još raditi jest nivo podrške sistema i aktivnosti mobilnom učenju. U čak 39,9% slučajeva sistem kojeg organizacije koriste uopšte ne

podržava mobilno učenje, dok u 28,6% slučajeva podrška postoji ali samo u nekim aktivnostima. Sve aktivnosti su omogućene i na mobilnim uređajima samo u 6,3% slučajeva.

Jedan od najizrazitijih trendova vezanih za e-učenje u poslovnim organizacijama u Republici Srpskoj jest taj da više od polovine ispitanika nije bila sposobna procijeniti da li su u njihovim organizacijama ispunjena očekivanja od ulaganja i implementacije e-učenja. Uzevši u obzir da su ispitanici bili menadžeri ljudskih resursa, vlasnici ili direktori preduzeća, taj je podatak zaista poražavajući. Navedeno proizlazi iz činjenice da se u 83,5% ispitanih preduzeća ne provodi financijska analiza isplativosti implementacije e-učenja.

Stanje po pitanju poslovnog e-učenja u Republici Srpskoj i dalje je na niskom nivou te se u jako malom broju organizacija provode aktivnosti poput evaluacije znanja zaposlenih po završetku kursa, dodjeljivanje certifikata zaposlenicima koji uspješno prođu e-kurs ili nagrađivanje zaposlenika novčanim nagradama a koje bi mogle djelovati na povećanje interesa zaposlenika za e-kurseve, rezultirati njihovom većom angažiranošću te podizanjem motivacije za uspješno završavanje e-kursa.

## **5. KORISTI OD ULAGANJA U E-UČENJE**

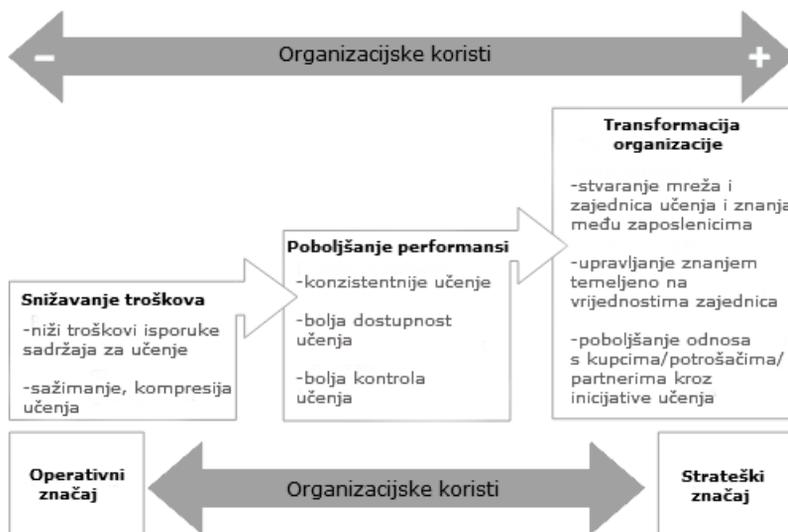
Organizacije čiji su zaposlenici raspoređeni na široj geografskoj površini osnovnu korist od ulaganja u sisteme za e-učenje vide u prevazilaženju prostornih i vremenskih okvira klasične učionice te ukidanju potrebe za okupljanjem svih zaposlenika na istome mjestu u isto vrijeme. Korištenjem e-learning obuke i pokretanjem kursa koji se potom koristi onoliko koliko postoji potreba za njim, oslobađa se vrijeme prethodno korišteno za isporuku istog sadržaja više puta, koje tada može biti iskorišteno na druge načine. Provođenje e-learning aktivnosti znači i centralizaciju svih potrebnih podataka za učenje na jednoj lokaciji te ukidanje potrebe pretraživanja više raznih izvora za prikupljanje i usklađivanje podataka. Nadzor obuke postaje lakši, a rukovodioci mogu biti sigurni da su zaposlenici završili program obuke i to u onome periodu kada im je obuka najpotrebnija. Mogućnost korištenja hibridnog pristupa učenju te mogućnost integracije aktivnosti koje nije jednostavno obavljati u klasičnoj učionici rezultira boljim zadovoljenjem potreba obuke svojih zaposlenika. Dodatna korist je podsticanje interakcije i angažmana zaposlenika, posebno onih koji bi inače sjedili u zadnjem redu i ne bi pokazivali previše interesa – sada svi moraju proučiti materijal ili neće moći preći na slijedeći korak, tj. završiti kurs. Uz mogućnost uključivanja procjene tokom aktivnosti učenja, rukovodioci mogu biti sigurni da zaposlenici imaju znanje koje im je potrebno prije svakog slijedećeg koraka.

Poslovne organizacije, prirodno, najveći značaj vide u ostvarenju ekonomskih koristi od ulaganja u sisteme za e-učenje. Analizu ekonomskih koristi možemo vršiti na način da koristi podijelimo u dvije grupe: (1) uštede u odnosu na tradicionalne metode obuke i (2) materijalne koristi u odnosu na druge metode obuke zaposlenika. Uštede ostvarene u odnosu na tradicionalnu obuku uključuju:

- Smanjenje putnih troškova,
- Smanjenje troškova za naknade za obučavanje,
- Smanjenje troškova za materijale.

Osim ekonomskih koristi brojne su i socijalne koristi koje organizacija ostvaruje ulaganjem u poslovno e-učenje. Fleksibilan pristup sadržaju e-učenja dopušta zaposlenicima da sami kreiraju svoj tempo učenja, pristupaju željenim kursevima, ponavljaju ih onoliko puta koliko im je potrebno te u vrijeme koje njima najviše odgovara i na taj način utiče na podizanje motivacije zaposlenika.

Koristi koje poslovna organizacija ostvaruje ulaganjem u sisteme za e-učenje možemo razmatrati i na način da ih, u skladu sa njihovim značajem, podijelimo na tri nivoa. Koristi prvog nivoa bile bi smanjenje troškova obuke zaposlenika, koristi drugog nivoa poboljšanje performansi kroz učenje a koristi trećeg nivoa organizacijska transformacija kroz učenje. Pravo bogatstvo za organizaciju označavaju proširene koristi koje proizlaze iz povezivanja procesa učenja sa strateškim ciljevima organizacije.



*Slika 2. Prikaz organizacijskih koristi od ulaganja u sisteme za e-učenje na tri nivoa*

Krećući se od prvog ka poslednjem nivou koristi njihov značaj za organizaciju prelazi od operativnog ka strateškom.

Evaluacija je vitalni dio svakog e-learning kursa, isto kao što je vitalni dio i bilo kojeg drugog programa koji za cilj ima kontinuirani napredak. Evaluacija mjeri učinkovitost programa obuke u ostvarenju određenog cilja poslovne organizacije, te organizaciji omogućava: (1) procjenu ispunjenja nastavnih i razvojnih ciljeva; (2) određivanje kvaliteta sistema e-učenja; (3) razumijevanje prednosti i nedostataka programa e-učenja i (4) provođenje poboljšanja kako bi se osiguralo da su strategije obuke učinkovite.

Jedna od najznačajnijih karakteristika poslovnog e-učenja po kojoj se ono razlikuje od drugih oblika obuke leži u mogućnosti potpunog praćenja e-učenja. Rukovodioci imaju uvid u sve što je svaki od zaposlenika učinio, koje kurseve je prošao, koliko se na kojem zadržavao i sl. te imaju priliku precizno mjeriti učinke ulaganja u e-učenje.

## 6. ZAKLJUČAK

Ulaganja u informatičke tehnologije, od kraja devedesetih godina do danas, predstavljaju najdinamičniju komponentu u sveukupnim ulaganjima organizacija. Među ulaganjima u informatičke tehnologije, izuzetan porast doživljavaju inicijative uvođenja poslovnog e-učenja. Poslovno e-učenje trebalo bi biti planirano na način da podržava strateške ciljeve organizacije, te bi primjena e-učenja trebala uključivati i evaluaciju ostvarenih rezultata kako bi bilo moguće odgovoriti na pitanja o ispunjenju očekivanja od ulaganja.

Unapređenje svijesti ključnih osoba u organizaciji o važnosti evaluacije poslovnog e-učenja, upoznatost s metodama i načinima provođenja te uključivanje evaluacije u plan implementacije od samog početka vode ka široj primjeni, što znači da se omogućava analiza, kvantificiranje i definisanje troškova i koristi ovog ulaganja. Na taj način, organizacije postaju svjesnije konkurentskih prednosti, prvenstveno ekonomskih koristi, koje ovo ulaganje donosi. Širenje i dalja primjena poslovnog e-učenja u Republici Srpskoj ovisit će o ispunjenju očekivanja te dokazivanju opravdanosti ulaganja, što je moguće jedino uz planiranu, temeljitu i pravovremenu evaluaciju rezultata.

## REFERENCE

- [1] Gillette, C. Improving business performance through e-learning, Chief Learning Officer, february 2005.
- [2] Čukušić, M.,Jadrić, M.,E-učenje - koncept i primjena“ Zagreb, Školska knjiga,2012.
- [3] Morch, A.I., Engen, B.K.,Åsand, H., The Workplace as a Learning Laboratory: The Winding Road to E-learning in a Norwegian Service Company,2004.
- [4] Rodgers, D. L.A Paradigm Shift: Technology Integration for Higher Education in the New Millennium,Educational Technology Review, No. 13, Spr-Sum,19.-27.,2000.
- [5] Attwell, G.,Evaluating E-learning: A Guide to the Evaluation of E-learning“. Evaluate Europe Handbook Series Vol.2,2006

### ***E-LEARNING IN FUNCTION OF IMPROVEMENT OF BUSINESS AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE ORGANISATION***

**Abstract:** *E-learning is a concept which is used as a tool to improve business and environmental performances of organizations by improving quality of education of employees at a lower cost. Application of e-learning in organizations should include the evaluation of the results achieved in order to gain insight into what is accomplished and to provide guidelines for future actions. The paper was discussed the level of knowledge and application of methods and techniques for evaluation of the results of e-learning, obstacles to wider use and attitudes of the employees in key positions who are involved in the process of strategic decision-making related to corporate e-learning.*

*Empirical research has shown that business organizations in Republic of Srpska are still not sufficiently familiar with all the techniques for implementing evaluation which results in a modest application of the evaluation in terms of scope and diversity. Improving awareness of key persons in organizations on the importance of evaluating e-learning, as well as increase of familiarity with the methods of implementation and including evaluation in the implementation plan from the very beginning, will lead to wider use of evaluation and analyzing, quantifying and defining all costs and benefits related to this investment.*

*Application of the e-learning in Republic of Srpska will depend on the fulfillment of expectations and justification of the investments, which can only be done with the planned, thorough and promptly evaluation of the results.*

**Key words:** *e-learning, evaluation, business and environmental performance.*



VIII međunarodni naučno-stručni skup  
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje  
ITeO 2016

Banja Luka, 30. 9 - 1. 10. 2016. godine



# UČENJE NA DALJINU NA PANEVROPSKOM UNIVERZITETU “APEIRON”, BANJA LUKA - LEARNING CUBES 4.0 I NA LA- GUARDIA COMMUNITY COLLEGE-U, NJUJORK – BLAC- KBOARD

(Komparativni pristup)

Jaroslav Lupačov

Student master studija Panevropskog univerziteta Apeiron, [ylupachov@gmail.com](mailto:ylupachov@gmail.com)

**Apstrakt:** U datom članku autor je izvršio poređenje dvaju sistema učenja na daljinu: na Panevropskom univerzitetu “Apeiron”, Banja Luka – Learning Cubes 4.0 i na Business and Technology Department-u na LaGuardia Community College-u, Njujork – Blackboard. Analizirajući osnovne principe učenja na daljinu na dva univerziteta, i njihovo korišćenje, vrste programa za izvođenje nastavnog procesa, klasifikaciju modaliteta e-učenja, kao i učenja na daljinu na dva univerziteta, autor je došao do zaključka da, iako Business and Technology Department na LaGuardia Community College-u ima moderniju opremu i druge alate, Panevropski univerzitet pruža bitno drugačije mogućnosti studiranja na daljinu, za razliku od gore spomenutog univerziteta, gde i vanredne studije traže fizičko prisustvo na fakultetu zbog specifičnosti kontingenta studenata.

**Ključne reči:** Learning Cubes 4.0, Blackboard, e-učenje, ICT, sistem učenja na daljinu, hibridno učenje.

## 1. UVOD

Cilj datog rada je poređenje učenja na daljinu (vanredni studij) na Panevropskom univerzitetu “Apeiron”, Banja Luka – Learning Cubes 4.0 i na Business and Technology Department-u na LaGuardia Community College-u, Njujork – Blackboard.

Na osnovu navedenog cilja, prioritetni zadaci ovog rada su:

- da se razmotre osnovni principi i korišćenje sistema učenja na daljinu na dva univerziteta,
- analizira i oceni njihovo korišćenje,
- predstave vrste programa za edukaciju,
- analizira izvođenje nastavnog procesa,
- Izvrši klasifikacija modaliteta e-učenja.

- U ovom radu korišćene su sledeće metode:
- uporedna analiza,
- analiza i sinteza,
- *generalizacija i specijalizacija*,
- induktivna metoda,
- deduktivna metoda,
- deskriptivna metoda s grafičkim prikazivanjem u pojedinim delovima rada.

Učenje na daljinu je vrsta učenja kome je u svetu posvećena velika pažnja. Rezultati društvenog progresa koji su ranije bili fokusirani na tehnološku sferu, danas su koncentrisani na sferu informacija. Danas svetska telekomunikaciona infrastruktura pruža mogućnost stvaranja konstantnog masovnog samostalnog obučavanja pomoću kompjutera, generalne razmene informacija, nezavisno od njihovih vremenskih i prostornih zona. Učenje na daljinu je u XXI veku postalo najefikasniji sistem pripreme koji kontinuirano održava visok nivo kvalifikacije stručnjaka [1].

### ***Tehnološke osnove učenja na daljinu***

Učenje na daljinu se pojavilo još početkom XX veka [2]. Danas se na daljinu može steći ne samo visoko obrazovanje, već i naučiti strani jezik, pripremiti se za upis na bilo koji univerzitet itd.

Savremene kompjuterske telekomunikacije u stanju su da obezbede prenos znanja i istu dostupnost različitim nastavnim informacijama koju pružaju konvencionalna nastavna sredstva, a često se dešava da su i mnogo efikasnije od njih. Eksperimenti su potvrdili da su kvalitet i struktura nastavnih kurseva zajedno sa kvalitetom nastave na daljinu najčešće na višem nivou nego kod tradicionalnih oblika nastave. Nove elektronske tehnologije kao što su interaktivni CD-ROM-ovi, elektronske oglasne table i multimedijalni hipertekstovi koji su dostupni na globalnoj mreži Interneta preko interfejsa Mosaic i WWW, ne samo da mogu da obezbede aktivno učestvovanje studenata u nastavnom procesu, već da im, za razliku od drugih tradicionalnih nastavnih okruženja, omogućuje da tim procesom i upravljaju. Integrisanje zvuka, pokreta, slike i teksta stvara novu, po svojim mogućnostima neverovatno bogatu nastavnu sredinu, sa čijim razvojem će se povećati i stepen angažovanosti studenta u nastavnom procesu. Interaktivne mogućnosti programa i sistema prenošenja informacija koje se koriste u učenju na daljinu omogućuju uspostavljanje i podsticanje povratne informacije, kreiraju dijalog i kontinuiranu podršku koju nije moguće ostvariti u većini konvencionalnih sistema obučavanja.

### ***Učenje na daljinu u Americi***

Prema podacima mnogih stručnjaka iz 2000. godine minimalni stepen obrazovanja koji je neophodan za opstanak čovečanstva je visoko obrazovanje. Obučavanje tolikog broja studenata u formi (dnevne) nastave na licu mesta teško da će uspeli da podnesu budžeti i najbogatijih zemalja. Zbog toga nije slučajno da je u poslednjih nekoliko decenija zabeležen brži rast broja studenata koji se obučavaju pomoću nekonvencionalnih tehnologija, nego studenata koji pohađaju dnevnu nastavu na licu mesta. Svetska tendencija prelaska na nekonvencionalne oblike obrazovanja ide u korak sa porastom broja univerziteta koji su uveli ove tehnologije.

Dugoročni cilj razvoja učenja na daljinu u svetu je da se svakome ko se obučava omogućí da sluša predavanja, bez obzira na to gde se nalazi, na bilo kojem koledžu ili univerzitetu. To podrazumeva prelazak sa koncepcije fizičkog premeštanja studenata iz države u državu na koncepciju mobilnih ideja, znanja i učenja, sa ciljem prenošenja znanja putem razmene obrazovnih resursa. Više od šest miliona studenata je u toku 2010. godine u SAD koristilo učenje na daljinu. Sada se taj broj višestruko povećao, a kako se predviđa – i dalje će ubrzano rasti.

Na *Shiftelearning.com* blogu krajem prošle godine objavljeni su statistički podaci od kojih će se mnogima zavrteti u glavi. Jeste li znali da je e-learning jedno od najbrže rastućih tržišta i da će do 2015. godine dostići vrednost od 107 milijardi dolara?! Ili da se predviđa da će do 2014. godine skoro 19 miliona studenata učiti na daljinu, a da će se do 2019. godine polovina svih obuka obavljati onlajn.

Dalje se navode sledeći podaci:

- 2005. godine – Skoro 3,2 miliona studenata u SAD odabralo je makar jedan onlajn kurs na univerzitetu;
- 2006. godine – Čak 11.200 programa za koledž u SAD kreirani su tako da u potpunosti mogu da se sprovedu kroz onlajn učenje;
- 2009. godine – Youtube kategorija EDU predstavlja na hiljade besplatnih predavanja i Blackboard aplikacija za učenje na daljinu postaje dostupna preko Android platforme;
- 2011. godine – Učenje na daljinu postaje idealno rešenje za studente u Britaniji, kojima je trostruko povećana univerzitetska školarina;
- 2011. godine – 77 odsto američkih korporacija je koristilo onlajn učenje;
- 2012. godine – Sistemi poput Polycoma obezbeđuju obučavanje putem live streama [3].

Navešćemo nekoliko najznačajnijih institucija u Americi koje u svom obrazovnom procesu koriste Distance Learning. To su: Columbia Network for Engineering Education, National Technological University, University of Phoenix, California Distant Learning Program, Vestern Governors University.

### ***Uslovi za izgradnju ekspertnog sistema za podršku kvaliteta nastave***

Za izgradnju Ekspertnog Sistema za podršku kvaliteta nastave potrebni su:

- Računar sa standardnom hardverskom konfiguracijom (min. HDD-80 GB, RAM-512 MB, Brzina procesora-2.8 GHz, Grafička karta-128 MB, standardni: mikrofoni; zvučnici, mrežna kartica i web kamera);
- Razvojni alat aplikacije Visual Basic 6.0;
- Baza podataka MS-Access 2.0;
- Web aplikacija (php i html, Hosting- 1GB, Domena-www.ekspertni-sistemi.com);
- LAN mreža (kabineti u školi);
- Internet.

Pristup ES imaju:

- studenti
- profesori

- menadžment
- ostali

Nastava se može izvoditi:

- u učionici (kabinetu) univerziteta uz prisustvo profesora i
- kod kuće, bez fizičkog prisustva profesora

Prema tome, na osnovu svega navedenog može se konstatovati da se ES u obrazovanju danas široko koristi u svetu, posebno u SAD-u. Zbog toga smo se ograničili samo na nekoliko primera ES, koji su korišćeni u obrazovanju. Pomoću ES se rešava široka lepeza zadataka, ali isključivo u usko specijalizovanim predmetnim područjima. Po pravilu, ta područja su dobro proučena i raspolazu manje-više preciznim strategijama donošenja odluka. Bez obzira na to što prenošenje ekspertnim sistemima „dubokih“ znanja o predmetnom području još predstavlja problem, ekspertni sistemi su već dokazali svoju vrednost i značaj u mnogim važnim primenjenim programima u nastavi.

U današnje vreme postoji ogroman broj programa za učenje najrazličitijih predmeta, koji su orijentisani na različite kategorije studenata. Pored toga, svaki program je predviđen samo za jednu vrstu kompjutera, a njih je puno koji ne odgovaraju nekom drugom! Zatim, imamo u vidu samo programe za učenje opštih predmeta. Njih je veoma mnogo i njihova tačna klasifikacija još nije utvrđena [4]. Prema tome, u ovoj oblasti je veoma mnogo pitanja na koja se još čekaju odgovori i nude rešenja.

Međutim, dostignuća u učenju na daljinu su nesumnjiva [5] Snimak predavanja ili praktičnih vežbi može se koristiti u bilo koje doba dana ili noći i u bilo kom tempu uz pomoć simnogostema za upravljanje edukacijom, odnosno *LMS*<sup>20</sup> koji su zasnovani na *WEB*<sup>21</sup> tehnologijama. Pod *LMS* sistemima podrazumevaju se softverske platforme pomoću kojih se nastava izvodi na *WEB*-u. Može se reći da su to aplikacije za upravljanje obrazovnim sadržajima koji su unapred pripremljeni različitim softverskim alatima, a koji su zasnovani na principima multimedije.

Naš zadatak je da uporedimo sistem obrazovanja i principe učenja na daljinu na Panevropskom univerzitetu sa vanrednim studiranjem i na Business and Technology Department-u na Laguardia Community College-u. Osnovna razlika je u tome da su studenti na Business and Technology Department-u na Laguardia Community College-u dužni da posećuju nastavu u večernjim satima i preko vikinda. U članku magistra Siniše Tomića [6] predstavljen je sistem učenja na daljinu na Panevropskom univerzitetu.

---

<sup>20</sup> *LMS* – engl. *Learning Management Systems* - sistemi za upravljanje edukacijom

<sup>21</sup> *World Wide Web* ili samo *WEB* može se prevesti kao 'svjetska mreža'. *WEB* je jedna od najkorištenijih usluga *Interneta* koja omogućava dohvaćanje hipertekstualnih dokumenata. Dokumenti mogu sadržavati tekst, slike i multimedijalne sadržaje a međusobno su povezani tzv. hiperlinkovima. Za dohvaćanje i prikaz sadržaja koriste se računarski programi koji se nazivaju *WEB*-preglednici.

## 2. MESTO I ZNAČENJE LEARNING CUBES 4.0 I BLACKBORD-A

*Learning Cubes 4.0* Sistem učenja na daljinu je uspešno implementiran na Panevropskom univerzitetu „APEIRON“, Banja Luka još od 2005. godine<sup>22</sup>.

Kad je u pitanju sistem učenja na daljinu na Business and Technology Department-u na Laguardia Community College-u, treba da naglasimo korišćenje sistema Blackbord za obavljanje komunikacije profesora i studenta, pružanje svih mogućih materijala teoretskog kursa, obavljanje on-lajn konsultacija, kao i provera studentskih zadataka.

Moto *Laguardia Community College*-a dat je već na web sajtu Fakulteta, a ukratko znači – pružanje mogućnosti visokog obrazovanja za sve.

„Od 1971. nametalo se pitanje: "Šta će se desiti ako širom otvorimo vrata visokog obrazovanja i time pružimo mogućnost pristupa visokom obrazovanju svim zainteresovanim?" To je bio i hrabar pokušaj, i izazov sa očekivanjem da će se nadmašiti zastarele i prevaziđene ideje da samo određeni odabrani ljudi treba da steknu visoko obrazovanje. Međutim, bili smo svesni da čak i ako uspemo u tome, to neće biti dovoljno. Naša je želja bila da ako se ostvari naš eksperiment to će ujedno značiti otvaranje novih radnih mesta u onim područjima koja zahtevaju stručnjake. A naša ideja je bila da uspemo stvoriti uslove ne samo za pojedine studente, već za naše društvo u celini, koje će se zahvaljujući toj masovnosti razvijati i napredovati.

*LaGuardia Community College* je nacionalno priznata ustanova s pionirski inovativnim programima i inicijativama koje čine obnovu srednje klase. Naš Fakultet i osoblje su se opredelili za taj poduhvat da obezbedi studije i za nedovoljno situirane građane, što će im poboljšati šanse za bolju budućnost. Time bi se pružila šansa imigrantima da mogu ostvariti svoje američke snove, a time bismo posredno doprineli da i male preduzetnike pripremimo za slobodnu i fer utakmicu na tržištu.

Dajemo sve za studente koji dolaze iz više od 150 zemalja na studije, uključujući i alate za obrazovanje i inspiraciju, da budu svesni svojih mogućnosti, tako da mogu kreirati svoju budućnost“ [7].

Uzged da kažemo da sam naziv Fakulteta ima simbolično značenje –prilika da polaznici dobiju šansu da se uključe u srednj sloj društva.

Obrazovanje na daljinu (ili vanredno studiranje na Business and Technology Department-u na Laguardia Community College-u) je osnova savremenog obrazovnog

---

<sup>22</sup> Sinisa Tomic u svom clanku Implementacija ikt-a u sistemu učenja na daljinu Panevropskog univerziteta "Apeiron", Banja Luka - LEARNING CUBES 4.0<sup>22</sup> je naglasio: „*Learning Cubes 4.0* Sistem učenja na daljinu“ je od početne verzije 1.0 do današnje verzije 4.0 prešao svoj dugi razvojni put i pri tome doživio značajne promjene koje su bile zasnovane i uslovljene specifičnostima visokog obrazovanja u Republici Srpskoj i Bosni i Hercegovini, te praćenju trendova prikazivanja multimedijalnih sadržaja unutar takvih sistema, koji su opet bili uslovljeni razvojem aplikacija, povećanjima protoka informacija kroz *Internet* i očekivanjima korisnika koji traže inovativan, zanimljiv, logičan i interaktivan pristup materijalima za učenje. *Learning Cubes* Sistem učenja na daljinu je prvobitno implementiran na Elektrotehničkom fakultetu u Banjaluci, gdje je prva realizovana podrška ovog sistema klasičnoj nastavi bila na predmetu „Robotika i automatizacija“. Dostupnost brzom *Internetu* i novim *ICT*<sup>22</sup> tehnologijama, stekli su se svi preduslovi za korišćenje modernih Sistema učenja na daljinu“.

sistema i smatra se podrškom mladim ljudima (kako muškarcima, tako i ženama) koji više ne mogu da nastave obrazovanje na klasičan način, a zbog posla imaju potrebe da nastave svoje školovanje. Jedini način za njih je vanredno studiranje uz pomoć drugih neformalnih oblika obrazovanja.

Kako smo već naglasili, sistem učenja na daljinu na Blackboard na Business and Technology Department-u na LaGuardia Community College-u se ostvaruje uz pomoć hibridnog sistema, koji ima drugačije značenje nego li na Panevropskom univerzitetu *A-peiron*<sup>23</sup> što u datom slučaju znači da se određeni broj predmeta prezentuje kao spoj klasične i on-line nastave.

Šta to znači?

Pojam *on-line* nastave uključuje takozvane „projects“ – određeni broj zadataka koje su studenti obavezni da urade van fakulteta i proslede elektronskim putem profesoru radi ocenjivanja.

Postupak je sledeći:

1. student ili profesor uz pomoć kreiranog username-a i lozinke se uloguje na [https://cunyportal.cuny.edu/cpr/authenticate/portal\\_login.jsp](https://cunyportal.cuny.edu/cpr/authenticate/portal_login.jsp)

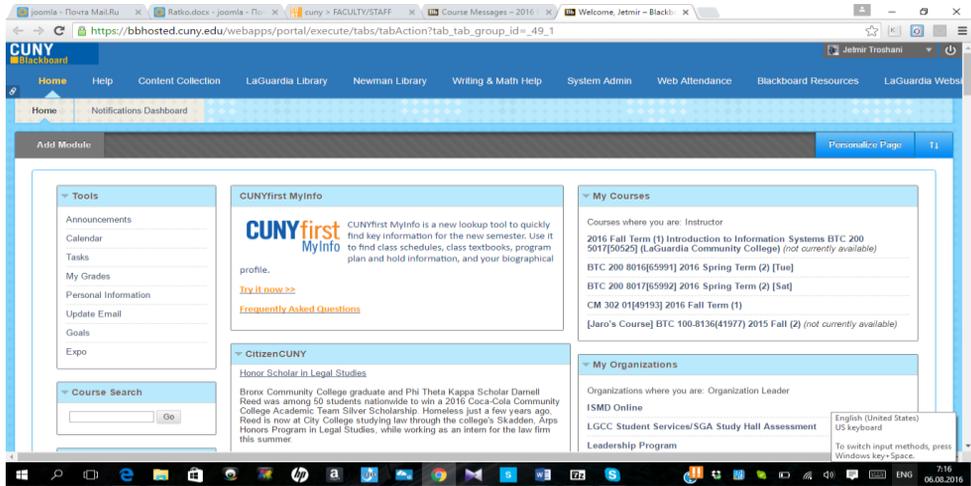


Slika 1. Pristup materijalima za predmete u datom semestru

<sup>23</sup> „Hibridno učenje na Panevropskom univerzitetu predstavlja kombinaciju postupaka klasičnih obrazovnih formi inoviranih kroz interaktivnu nastavu i on-line obrazovanja podržanog informaciono-komunikacionim tehnologijama. Tim putem se kreće i Panevropski univerzitet „Apeiron“, a dosadašnja praksa je pokazala da ovakav vid obrazovanja primjenjen na ovaj Ustanovi daje najbolje rezultate. *Learning Cubes 4.0* sistem učenja na daljinu predstavlja nadogradnju nastave u učionici, bila to klasična nastava ili nastava potpomognuta *ICT*-om i računarskom multimedijom, s ciljem obogaćivanja znanja na nov i zanimljiv način, dajući mogućnost potpune kontrole upravljanja multimedijalnim sadržajima publikovanim unutar *DLS*<sup>23</sup>-a (zatvoren sistem)“ . [Tomić, 2016]

i dobije dostup materijalima<sup>24</sup> (e-udžbenik, uputstva profesora, zadatke koji treba da se ispune svake nedelje i proslave do navedenog datuma profesoru) za predmete u datom semestru. U slučaju zakašnjenja, oduzima se broj bodova.

Na otvorenoj željenoj stranici student dobije dostup predmetu koji je izabrao za polaganje:



Slika 2. Dostup predmetu koji je student izabrao za polaganje

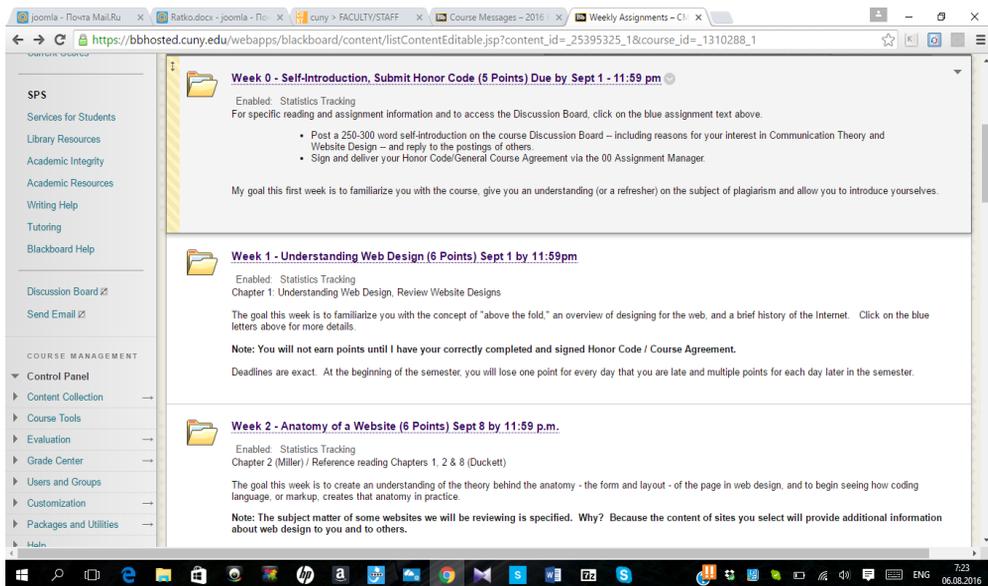
Klikom na odgovarajući link student prelazi na stranicu-kategoriju gde vidi *plan i program rada za određeni predmet*.

Osim toga, treba istaći da svaki profesor ima svoju stranicu na web-sajtu gde predstavlja materijale za pripremu studenata za određeni predmet. Predstavljani su svi predmeti koje drži profesor u tom semestru. Profesor nudi zadatke koje student treba da reši u određenom roku.

Plan rada na ovom predmetu je raspisan za svaku nedelju dok traje kurs. Za zadatak koji je urađen na vreme student dobije određeni broj bodova, obično 6 bodova. Nedelju dana (nedelja 0) pre početka kursa student mora da napiše kratak sastav o sebi od 250-300 reči uz obrazloženje zbog čega je izabrao ovaj kurs. Taj sastav nosi određeni broj kredita, tačnije – 5.

Dole na slici predstavljen je plan rada iz predmeta *Communication Theory & Web Design*:

<sup>24</sup> Vidi sliku dole.

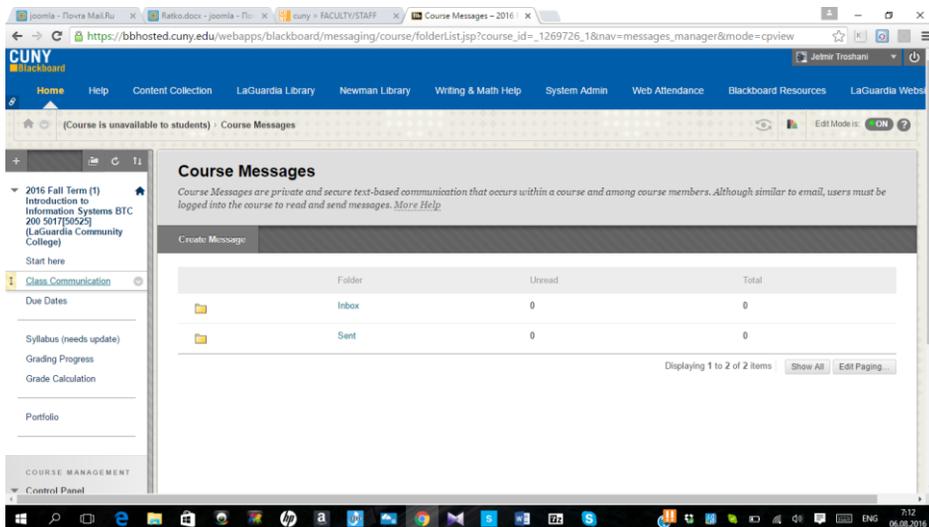


Slika 3. Plan rada iz predmeta Communication Theory & Web Design

Konsultacije se obavljaju u on-line režimu na stranici *Course Messages*.

Profesor na ovoj stranici vidi svako pismo studenta i mora da odgovori na sva pitanja.

Student ima pravo na direktni susret sa profesorom preko *Skype*. Taj susret se mora zakazati u određenom terminu u toku 10 minuta, gde student lakonično i precizno postavi pitanja i saslušava odgovore profesora ili objašnjenje kako treba da uradi zadatak za ovu nedelju, kao i gde je eventualno pogrešio.



Slika 4. Stranica Course Messages za obavljanje konsultacija

Osim toga, profesor koji drži nastavu u učionici obavezan je da na početku časa obeleži prisutne studente u on-line portalu. I redovni i vanredni studenti obavezni su da budu prisutni na nastavi. Za vanredne studente nastava se odvija u večernim časovima.

Interesantno je uočiti cilj LaGuardia Community College-a, a i celog City University of New York da podstiče građane države New York da dobiju visoko obrazovanje uz pružanje niza beneficija, uključujući vrlo prihvatljivo plaćanje za studiranje. Za građane koji žive van države New York, školarina je dvostruka.

Sistem za akviziciju, publikovanje i pristup multimedijalnim materijalima kroz LC 4.0 koji je predstavio magistar Siniša Tomić [6] u gore navedenom članku, na Panevropskom univerzitetu funkcioniše na sledeći način.

Unutar Learning Cubes 4.0 sistema učenja na daljinu, distribucija video materijala se vrši pomoću Internet TV platforme Apeirona, Apeiron TV Channel25, čime se obezbeđuje visoka stabilnost veze, čak i kada mnogi korisnici istovremeno pristupaju tim materijalima.

Mada se tokom poslednjih godina platforma *Learning Cubes 4.0* nije bitno menjala, u znatnoj meri se promenio način akvizicije podataka, izvršena je nadogradnja i obezbeđeni su drugi materijalno-tehnički preduslovi. Dakle, sistem "diše" i razvija se.

Studenti Panevropskog univerziteta dobijaju u koverti generisane jedinstvene korisničke podatke. Oni pristupaju elektronskim servisima koji se koriste na Panevropskom univerzitetu, kao i *Learning Cubes 4.0* sistemu učenja na daljinu. Prilikom aktivacije naloga obezbeđuje se mogućnost pristupa svim resursima sistema, uključujući i zaključane. Putem *LC 4.0* studentima je omogućeno da pristupe nezaštićenim resursima, između ostalih: e-Biblioteka, Forum, *EBSCOhost* baza publikacija, *e-Mail*.

Tomić objašnjava da pristup zaključanim resursima *Learning Cubes 4.0* sistema učenja na daljinu nije obuhvaćen osnovnom cenom školarine, nego se posebno naplaćuje usled troškova vezanih za autorska prava akademskog osoblja.

Pristup sistemu je sa glavne web stranice Univerziteta. Kroz „*Captcha*<sup>26</sup>“ formu koju je neophodno popuniti pri logovanju, onemogućeno je zlonamerno pristupanje "robotu pretraživača". Istovremeno logovanje dva računara putem identične šifre ne dozvoljava *Learning Cubes 4.0*. Ukoliko se dogodi istovremeno logovanje, tada se automatski zaključava nalog, i tako se onemogućava bilo kakva zloupotreba i nedozvoljeno deljenje pristupnih podataka i korišćenje sistema.

Za predmete koji se ne nalaze na listi (na primer, izborni i diferencijalni predmeti), kroz svoj korisnički panel student prosleđuje pravo pristupa. Administratori se bave organizacijom predmeta i objavljuju multimedijalne sadržaje u *Learning Cubes 4.0* sistemu

---

<sup>25</sup> WEB bazirana televizijska platforma u čijem centru se nalazi snažan media server, pomoću kojeg se video visoke definicije strimuje na bilo koji uređaj bilo gde u svijetu.

<sup>26</sup> Test kojim se utvrđuje da li je korisnik čovjek ili kompjuter. Test se uobičajeno sastoji od unosa iskrivljenih slova ili brojeva koje kompjuter ne može razaznati. Ako je unos tačan, smatra se da se s druge strane nalazi čovjek.

učenja na daljinu, što predstavlja jednu od osobenosti navedenog sistema. Iskustva pokazuju prednost administratorske kontrole nad objavljenim materijalima, u odnosu na svojevoljno ažuriranje objavljivanje od strane osoblja. U tom slučaju dešavaju se česta neblagovremena publikovanja. Nastavno osoblje obezbeđuje administratorima sav materijal koji se koristi u nastavi, a administratori ih klasifikuju i objavljuju. Administratori moraju da reaguju na zakasnele dostave materijala za nastavu koji treba da se objave. Na taj način se obezbeđuje bolja kontrola, povećava ažurnost i dobija uniformnost predmeta materijala koji im pripadaju (6)

### **3.MATERIJALNA PODRŠKA SISTEMU LEARNING CUBES 4.0 I BLACKBOARD**

Za razliku od Panevropskog univerziteta, gde su sve učionice, kako u sedištu Ustanove (Banja Luka), tako i u licenciranim odjeljenjima (Beograd, Bijeljina, Novi Grad) opremljene multimedijalnom opremom za akviziciju digitalnih sadržaja, na Laguardia Community College-u ima samo nekoliko tako opremljenih učionica.

Na Laguardia Community College-u postoji samo nekoliko učionica opremljenih profesionalnom telekonferencijskom opremom za održavanje nastavnih aktivnosti, uz mogućnost održavanja nekoliko istovremenih telekonferencija sa više udaljenih centara.

- Internet konekcija 50/50 Mbps – na Panevropskom univerzitetu, 75/75 Mbps na LaGuardia Community College-u
- IP Full HD kamere u učionicama za akviziciju slika – na Panevropskom univerzitetu, i IP Full HD UBIQUITI kamere - na LaGuardia Community College-u
- Profesionalni RØDE NTG<sup>27</sup>-1 i 2 mikrofoni u svim učionicama za akviziciju zvuka – na Panevropskom univerzitetu, i BLUE YETI PRO mikrofoni – na LaGuardia Community College-u
- SONY HVR z7u profesionalna televizijska kamera za snimanje ekskluzivnih predavanja i vežbi van učionica – na Panevropskom univerzitetu, nekoliko PANASONIC AJ-PX380 – na LaGuardia Community College-u.
- Na oba univerziteta postoje zvučni sistemi, video bimovi, multiboard interaktivne pametne table.
- Svaka učionica ima pripadajući računar koji predstavlja svojevrsnu radnu stanicu za akviziciju slike i zvuka iz učionica (snima nastavne aktivnosti). Oni se kombinuju sa prezentacijama ili video materijalima koje predavač izvodi u nastavi, a koji se implementiraju u realnom vremenu u jedinstvene video-templejte, koji na kraju završavaju u zatvorenom distance learning LC 4.0 sistemu učenja na daljinu - – na Panevropskom univerzitetu, i svaki student, profesor, osoblje ima svoj računar – na LaGuardia Community College-u
- Na Panevropskom univerzitetu postoji oko 200 računara u kabinetima i

---

<sup>27</sup> RØDE NTG2 je kondenzatorski mikrofoni - pecaljka. Namijenjen je prvenstveno profesionalnom korišćenju u radio-difuznim uslovima i snimanju zvuka na filmskim snimanjima. Hiperkardioidna usmjerenost. Vrlo popularan među produkcijskim kućama. Može da se napaja i putem baterije. **Invalid source specified.**

administraciji (Banja Luka, Beograd, Bijeljina, Novi Grad). Međutim, svaki student, profesor,

- asistent, osoblje ima svoj računar na Business and Technology Department-u na Laguardia Community College-u.
- Cisco mrežni uređaji, ploteri, štampači – na oba univerziteta.
- Cluster od 7 serverskih mašina – na Panevropskom univerzitetu, i 9 na Business and Technology Department-u – na Laguardia Community College-u.
- LED, LCD i Plasma prezentacioni TV uređaji, na Panevropskom univerzitetu, i LED I LCD na Business and Technology Department-u na Laguardia Community College-u.
- Poslovni i univerzitetski informacioni sistem na oba univerziteta.
- Learning Cubes 4.0 sistem učenja na daljinu – na Panevropskom univerzitetu, i Blackboard.com – na Business and Technology Department-u na Laguardia Community College-u
- Studijske miksete, pojačala i predpojačala (zvuk) – na oba univerziteta
- 2 digitalne telefonske centrale – na Panevropskom univerzitetu i 4 – na Business and Technology Department-u na Laguardia Community College-u.
- 6 laboratorija na Panevropskom univerzitetu i 10 – na Business and Technology Department-u na Laguardia Community College-u.
- Licencirani software – na oba univerziteta.
- Microsoft Office 365 paket je dostupan svim zaposlenicima i studentima (mogućnost čuvanja i deljenja dokumenata na mreži, mogućnosti teleconferencinga) – na Panevropskom univerzitetu, i Microsoft Office 365 University Edition - na Business and Technology Department-u na Laguardia Community College-u.
- Microsoft mail za sve studente i za zaposle na oba univerziteta.
- Elektronske table i elektronski rasporedi – na oba univerziteta.
- Pristup serveru sa svim elektronskim knjigama i drugim pisanim materijalima – na ova univerziteta
- Elektronska biblioteka – na oba univerziteta
- Bezbednosni sistemi – na oba univerziteta.
- Ovlašteni IT Prometric i Pearson Vue test centri – samo na Panevropskom univerzitetu.
- Laguardia community college-u TV Channel ima interaktivni IP televizijski kanal kao i na Panrvropskom univerzitetu.
- Na Laguardia community college-u Studentski Internet radio opremljen je vrhunskom opremom, odakle se emituje program zabavnog i edukativnog karaktera, kao i na Panevropskom univerzitetu.
- Veliki televizijski studio – u kontrolisanim uslovima se televizijskim kamerama snimaju najkvalitetniji edukativni materijali za potrebe sistema učenja na daljinu – na Panevropskom univerzitetu. Ima ga i na Business and Technology Department-u na Laguardia Community College-u.
- 2 multimedijalne laboratorije sa izuzetno jakim računarima i ostalom pripadajućom opremom, koje su u funkciji kontrole, obrade i publikovanja visokokvalitetnih i standardizovanih digitalnih multimedijalnih sadržaja – na Panevropskom univerzitetu, sa jedne strane, i samo jedna na Business and Technology

Department-u na Laguardia Community College-u, sa druge strane.

- Konferencijska, specijalno tretirana multimedijalna sala, opremljena sistemima za simultano prevođenje. Posедуje najmoderniju opremu za akviziciju videa, tzv. “Inteligentne kamere”, koje same biraju objekat koji prate – na Panevropskom univerzitetu i nekoliko sala na Business and Technology Department-u na Laguardia Community College-u.
- EBSCO baza znanja – jedna od najvećih baza podataka i pretraživača naučnih i stručnih časopisa. Sadrži ogroman broj raznovrsnih publikacija koje nude sažetke, novinske preglede i enciklopedijske – na oba univerziteta.
- Pristup elektronskoj biblioteci univerziteta sa velikim brojem publikacija – na oba univerziteta.
- Antiplagijarizam je kontrola autentičnosti studentskih radova: seminarskih i diplomskih uključujući i master radove, i doktodske disertacije. Poseduju ga oba univerziteta.

#### **4. SLIČNOSTI I RAZLIKE U NASTAVNIM PROCESIMA U SISTEMU UČENJA NA DALJINU NA DVA UNIVERZITETA**

- Svi student imaju pristup zaštićenim sadržajima *LMS*-a.
- Na Panevropskom univerzitetu – montirana predavanja kao i multimedijalni materijali, kao što su *PDF* udžbenici, *PPT* prezentacije, audio knjige, skripte i sl. moguće je dobiti snimljene na optičkom mediju – *DVD*-u. Na Business and Technology Department-u na LaGuardia Community College-u to nije slučaj. Studentima su dostupna samo ogledna predavanja.
- Mail komunikacija je propisana između predavača i studenata i odvija se putem službenog “*Microsoft e-mail-a*” na oba univerziteta.
- Na Panevropskom univerzitetu studenti prve godine studija dobijaju sve pripadajuće udžbenike i druge prateće materijale za prvu godinu studija u elektronskom formatu, pohranjene na *DVD*-u, dok na LaGuardia Community College-u toga nema, budući da student dobijaju minimalni neophodan materijal za pripremu (najvažnije iz naučnih članaka, udžbenika i sl.)
- Predavači su dužni da u okviru svojih predavanja omoguće studentima preuzimanje relevantnih prezentacija na oba univerziteta.
- Na Panevropskom univerzitetu se, za razliku od LaGuardia Community College-a, praktična nastava i laboratorijske vežbe snimaju, a potom putem *LMS*-a završavaju u sistemu ili se putem projekcija prikazuju u licenciranim odeljenjima.
- Na Panevropskom univerzitetu – “seminarski, diplomski, master, magistarski, doktorski ili naučni radovi se elektronskim putem dostavljaju pripadajućim asistentima, profesorima ili recenzentima na uvid, nakon čega sledi obavezna provera na plagijarizam putem prilagođenog “*Ephorus sistema*”, koji izvještaj o kopiranosti šalje u vidu *PDF* dokumenta sa označenim kopiranim dijelovima i postotkom kopiranosti u cilju očuvanja kvaliteta i autentičnosti pisanih radova” [6] Još je stroža kontrola na Business and Technology Department-u na LaGuardia Community College-u, gde se proveravaju i domaći zadaci, sastavi i dr.
- Na Panevropskom univerzitetu se studentima koji imaju pristup zaštićenim resursima *Learning Cubes 4.0* sistema učenja na daljinu, prisustvo nastavi buduće

kao studentima koji su fizički prisutni na predavanjima. Što se tiče LaGuardia Community College-a, profesori su u obavezi da na času prozivaju studente i tu evidenciju odmah unose u sistem kontrole.

- Vanredni student na Business and Technology Department-u na LaGuardia Community College-u imaju nastavu u večernim časovima i obaveznu kontrolu profesora koji to unosi u sistem direktno na nastavi, dok na Panevropskom univerzitetu vanredni studenti mogu da slušaju nastavu, vežbe i slično u bilo koje vreme i na bilo kojem mestu, putem sistema učenja na daljinu.

## 5. FUNKCIJE LEARNING CUBES 4.0 I BLACKBOARD SISTEMA

Blackboard.com predstavlja zatvoreni deo sistema učenja na daljinu na Business and Technology Department-u na Laguardia community college-u.

Njegove funkcije su:

- Pristup s bilo kojeg mjesta i u bilo koje vreme,
- Mogućnost upravljanja multimedijalnim materijalima,
- Mogućnost ostvarenja svojih ambicija, uz zadovoljstvo u radu,
- Pružanje kvalitetnih materijala,
- Stalno objavljivanje i optimizacija multimedijalnih materijala,
- Prezentacija,
- Stabilnost i sigurnost rada sistema,
- Mogućnost praćenja rada svakog studenta, razvoj i dostignuća kroz stalnu kontrolu od strane mentora i čitavog sistema studiranja.

*Learning Cubes 4.0* sistema učenja na daljinu na Panevropskom univerzitetu ima sledeće funkcije:

- Pristup s bilo kojeg mesta i u bilo koje vreme,
- Prijatno okruženje,
- Logično upravljanje multimedijalnim sadržajima,
- Zadovoljstvo u radu,
- Kvalitetni materijali,
- Blagovremeno objavljivanje i optimizacija multimedijalnih sadržaja,
- Preuzimanje, prezentacija i dokumenatovanje,
- Stabilnost rada sistema,
- Sigurnost,
- Smanjenje troškove studiranja (prevoz, hrana, udžbenici, vreme ...).

## ZAKLJUČAK

Poredeći materijalno-tehničku podršku nastavnih procesa i ispitnih aktivnosti u sistemu učenja na daljinu na Panevropskom univerzitetu i Laguardia community college-u, možemo uočiti da elektronski servisi, načini distribucije i izvođenja multimedijalnih materijala i multimedijalnih aktivnosti imaju širu lepezu delatnosti na Panevropskom univerzitetu (*materijalno-tehničku podršku izvođenju nastave na daljinu, logistička podrška,*

telekonferensing, organizovanje ispita uz pomoć ICT, elektronska komunikaciju, elektronske rasporede, elektronske oglasne ploče i dr. U respektabilnu materijalno-tehničku i softversku podršku sistemu učenja na daljinu, Panevropski univerzitet "Apeiron" je do sada uložio preko 1.000.000 KM), nego na Laguardia community college-u, iako on ima više mogućnosti, savremeniju opremu, kompjutere, kamere i druge neophodne alate.

## REFERENCE

- [1] Simić, G., *Inteleгентno ponašanje sistema za upravljanje učenjem*. Beograd, Univerzitet Singidunum, 2008.
- [2] Wenger, E. *Artificial Intelligence and Tutoring Systems: Computational and Approaches to the Communication of Knowledge*. Izdanje od Los Altos, CA: Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1987.
- [3] <http://pcpress.rs/kako-cemo-uciti-u-buducnosti/http://www.laguardia.edu/About/Welcome-Message/>
- [4] Darlington, K., *The Essence of Expert Systems*. Pearson Education. ISBN 0-13022774-9, 2000, 2000, s.163
- [5] Kuleto, V. Elearning eučenje, razvoj, tehnologija, budućnost/V. Kuleto, V. Dedić.: Link group DOO, 2014. str. 76,
- [6] Tomić, S., *Implementacija ikt-a u sistemu učenja na daljinu panevropskog univerziteta "Apeiron", Banja Luka - Learning Cubes 4.0*. Вестник Российского Нового университета, Серия «Сложные системы. Модели. Анализ и управление», Выпуск 1-2, Москва, РочНОУ, 2016, с.120-130.
- [7] <http://www.laguardia.edu/About/Welcome-Message/>

## **THE SYSTEMS OF DISTANCE LEARNING AT PAN-EUROPEAN UNIVERSITY "APEIRON", BANJA LUKA - LEARNING CUBES 4.0 AND OF LAGUARDIA COMMUNITY COLLEGE, NJUJORK BLACKBOARD**

### **(A comparative approach)**

**Abstract:** *In the present article, the author compared the system of distance learning at the Pan-European University "Apeiron", Banja Luka - Learning Cubes 4.0 and the Business and Technology Department at the LaGuardia Community College, New York - Blackboard. Analyzing the basic principles of distance learning at the two universities and their use, types of educational programs, performanse of teaching process, classification of modalities of e-learning as well as distance learning at the two universities, the author came to the conclusion that although the Business and Technology Department at LaGuardia Community College has slightly more advanced equipment and other tools, Pan-European university provides true opportunity to study at a distance, unlike the above-mentioned university in*

*New York, where even part-time studies require a physical presence at the university due to the specific contingent of students.*

**Key Words:** Learning Cubes 4.0, Blackboard, e-Learning, ICT, Distance Learning System, Hybrid Learning.



## UČENJE UZ POMOĆ ELEKTRONSKOG MATERIJALA NA PRVOJ EDUKATIVNOJ PLATFORMI U BOSNI I HERCEGOVINI

**Adin Begić**

*Mješovita srednja škola „Mehmedalija Mak Dizdar“ Breza, [adin.begic@mssbreza.com](mailto:adin.begic@mssbreza.com)*

**Apstrakt:** *Od septembra 2015. godine, učenici osnovnih škola sa područja Bosne i Hercegovine, pa i šire, imaju mogućnost da pristupe prvoj inovativnoj edukativnoj platformi koja pomaže učenicima viših razreda osnovnih škola (od 5. do 9. razreda) da brže i bolje nauče, razumiju i savladaju gradivo. Pored učenika, platformi mogu pristupiti i nastavnici, kao i roditelji koji u svakom trenutku mogu pratiti napredak u učenju za pojedinog učenika. Platforma je web bazirana aplikacija kojoj pristupate putem web preglednika ili putem mobilne aplikacije koju možete instalirati na svoj pametni telefon ili tablet. Na platformi možete pronaći lekcije iz 6 nastavnih predmeta (BHS, Matematika, Fizika, Hemija, Biologija i Engleski jezik). Za sve lekcije su urađeni tekstualni materijali, kao i materijali sa slikama, animacijama i videom, kako bi učenicima sadržaji bili što interesantniji. U radu je prikazan kratak pregled mogućnosti platforme, kao i način administracije i postavljanje jednog kursa za predmet Informatika.*

**Ključne riječi:** *osnovna.ba, osnovna škola, edukativna platforma, web bazirani pristup*

**Abstract:** *Since September 2015, elementary school students from Bosnia and Herzegovina, and even wider, have had the possibility to access a first innovative and educative platform which helps higher- grade elementary students (from fifth to ninth grade) to learn better and faster, to understand and master the curriculum. Apart from students, teachers can also access the platform, as well as the parents who can always monitor individual student's progress and accomplishments. The platform is a web-based application which you access via web browser or mobile application which can be installed on your smart phone or tablet. You can find lessons from six school subjects on the platform (Bosnian/Croatian/Serbian language, Maths, Physics, Chemistry, Biology and English language). Textual materials, as well as illustrated ones, along with animations and videos, are available for all the lessons to make the curriculum contents more interesting and challenging for students. The paper shows a short overview of the platform's possibilities, as well as the ways to administer and set a course for computer science class.*

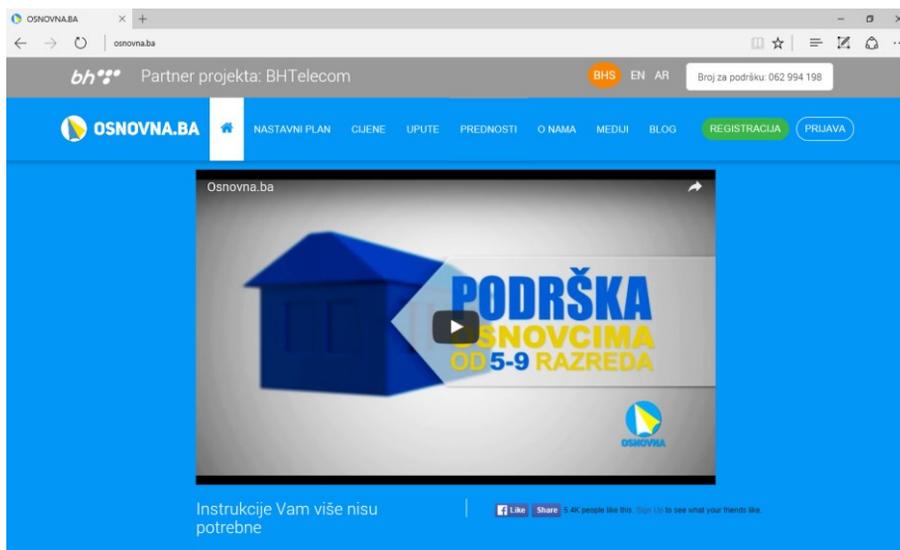
**Key words:** *osnovna.ba, primary school, educational platform, web-bassed access*

## 1. UVOD

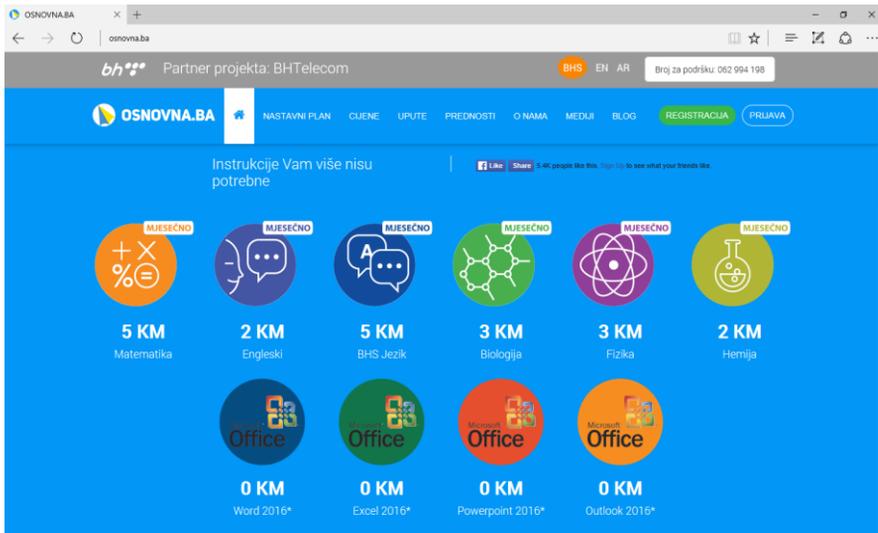
Prateći savremene načine izvođenja nastave, kao i savremena sredstva za rad, trojica prijatelja u toku studiranja su odlučili da pokrenu projekat pod nazivom OSNOVNA.BA i na taj način omoguće lakši i brži pristup svim učenicima osnovnih škola kad god im to bude potrebno i kad god žele da nauče nešto više. Platforma omogućava učenicima da putem interneta i web preglednika ili mobilne aplikacije pristupe sadržaju koji je urađen po aktuelnim nastavnim Planovima i programima (Federacija BiH i Republika Srpska) za više razrede osnovne škole (od 5. do 9. razreda). Platforma je razvijena u Javi i koristi MySQL baze podataka za pohranu svih podataka koje se nalaze na platformi. Na platformi se nalazi preko 12.500 lekcija, a svaka lekcija u prosjeku ima oko 20 pitanja, sa najmanje po 4 hint-a za provjeru koliko je učenik savladao posjećenu lekciju i također može da vidi kakve je rezultate postigao za određeni predmet i lekciju na nivou svoje škole, grada, kantona, države. Trenutan broj registrovanih učenika je 27.000, broj registrovanih nastavnika je 253, a broj registrovanih roditelja je 460. Podaci uzeti za period od jedne godine (septembar 2015. – septembar 2016.).

## 2. POČETAK RADA SA PLATFORMOM OSNOVNA.BA

Na samom početku smo spomenuli da je za pristup potreban pristup internetu, kao i jedan od web preglednika. Na slici možete vidjeti početnu stranicu OSNOVNA.BA gdje u samom vrhu možemo vidjeti gumb za registraciju i gumb za prijavu (već registrovani korisnik).



*Slika 1. Prikaz početne stranice osvna.ba (<https://www.osnovna.ba/>)*



*Slika 2. Prikaz izbora i cijena predmeta - osnovna.ba (<https://www.osnovna.ba/>)*

Na slici 2. možemo vidjeti izbor predmeta kao i njihove cijene. Cijene su bazirane na mjesečnom nivou, što znači, kada učenik kupi neki odabrani predmet za određeni razred, lekcijama odabranog predmeta može pristupati mjesec dana u bilo koje vrijeme i raditi neograničen broj testova za provjeru.

## 2.1. PRIJAVA NA PLATFORMU

Klikom na gumb registracija (ukoliko se prijavljujemo prvi put) ili na gumb prijava, pojavit će nam se forma za unos naših korisničkih podataka kao što je prikazano na slici. Također, na platformu se možete prijaviti i sa svojim Facebook korisničkim računom, samo morate dozvoliti aplikaciji da pristupi vašem Facebook profilu.

Prijava Registracija

Registrujte studenta

FACEBOOK PRIJAVA

Ili popunite formu ispod

Email studenta

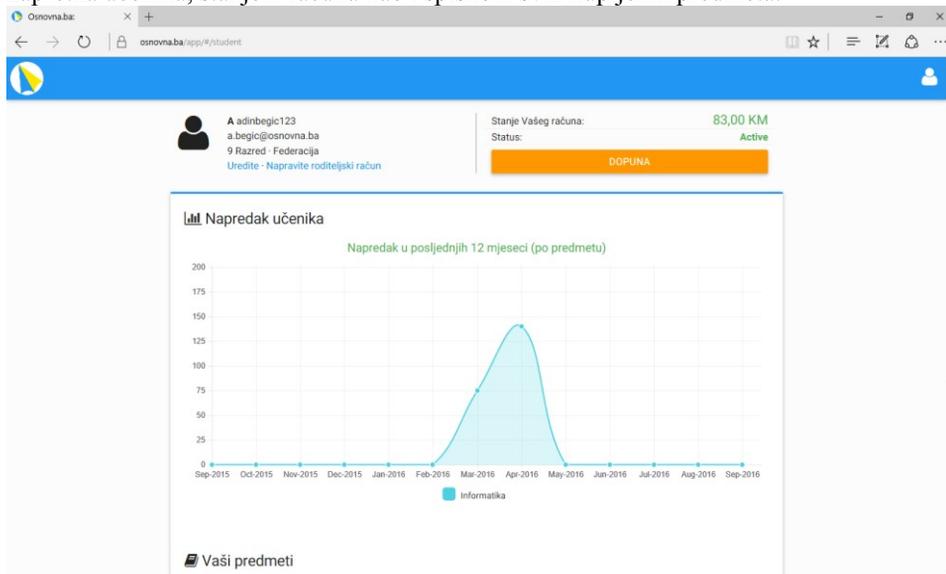
Korisničko ime (6-25 characters)

Šifra/lozinka (6-25 characters) Ponovo unesite šifru

NASTAVITE

*Slika 3. Forma za registraciju učenika*

Nakon uspješne registracije ili prijave, otvorit će nam se nadzorna ploča sa grafikonom napretka učenika, stanjem računa kao i spisikom svih kupljenih predmeta.



Slika 4. Nadzorna ploča prijavljenog učenika

### 2.3. KUPOVINA/OBNOVA PREDMETA

U svakom trenutku možemo kupiti predmet za određeni razred, ili, ukoliko želimo da obnovimo kupovinu predmeta, potrebno je da kliknemo na *Dodajte predmete*.

The subscription page displays the following information:

- Subject Cards:**
  - Engleski: 2,00 KM / mjesec. Button: DODAJTE.
  - Fizika: 3,00 KM / mjesec. Button: DODAJTE.
  - Hemija: 2,00 KM / mjesec. Button: DODAJTE.
  - Informatika: 0,00 KM / mjesec. Button: IZBRISITE.
  - Matematika: 5,00 KM / mjesec. Button: DODAJTE.
- Summary Table:**

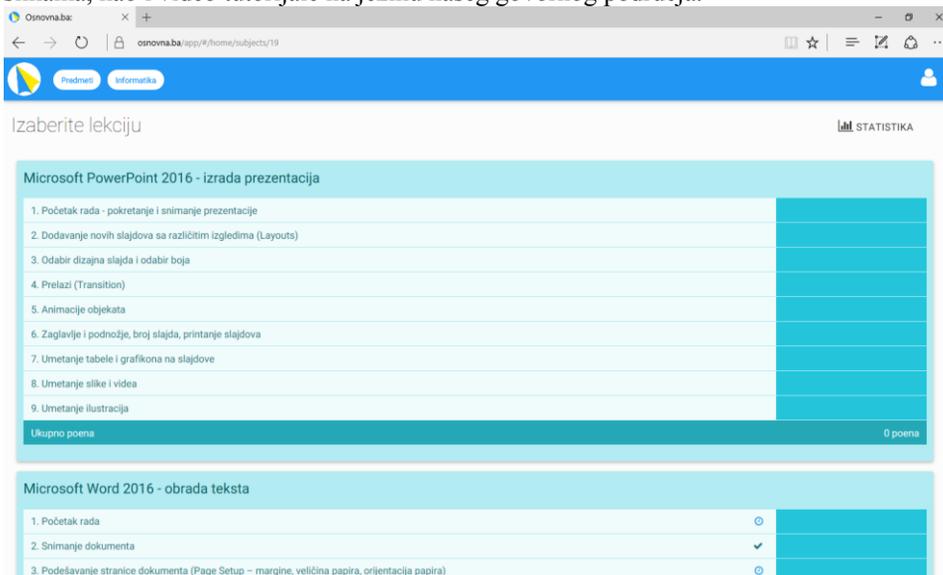
Stanje Vašeg računa	83,00 KM
Ukupno	0,00 KM
Raspoloživo stanje	83,00 KM
- Action:** Button: KUPITE SADA.

Slika 5. Kupovina/obnova predmeta

Nakon uspješne kupovine, dobit ćete obavijest i na svoj e-mail koji ste upisali prilikom registracije.

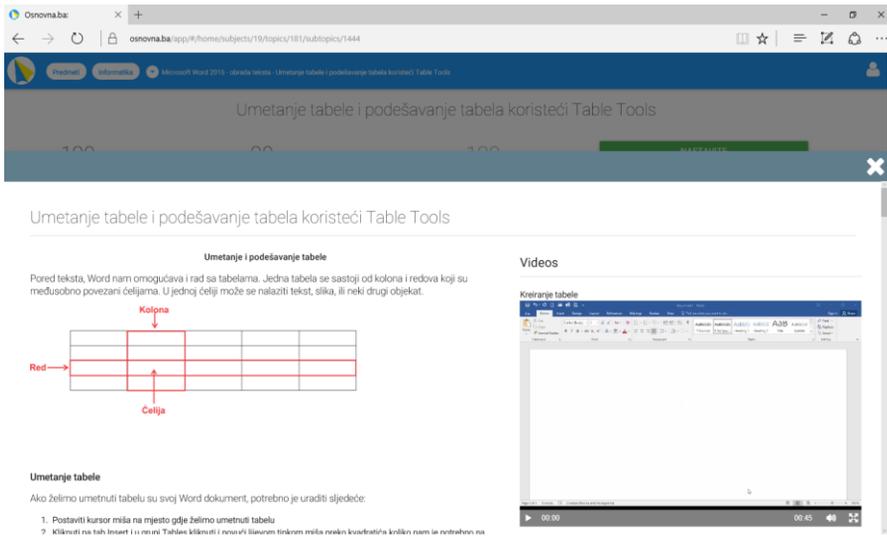
### 3.4. ODABIR LEKCIJA PO PREDMETIMA

U primjeru je prikazan pregled lekcija za predmet Informatika za 9. razred osnovne škole. Lekcije su razvrstne po oblastima, tako da je preglednije pronaći određenu lekciju. Što se tiče predmeta Informatika, na svakoj lekciji možemo vidjeti tekstualni dio sa slikama, kao i video tutorijale na jeziku našeg govornog područja.



*Slika 6. Spisak lekcija po oblastima za predmet Informatika*

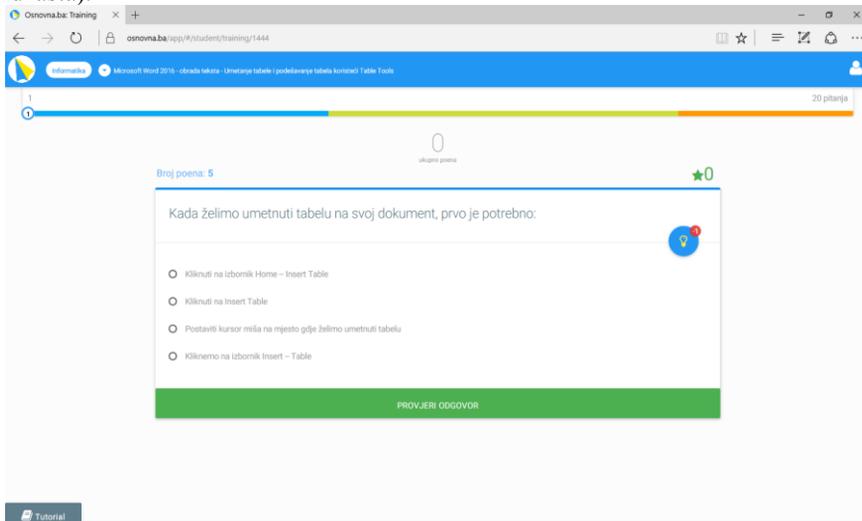
Na slici ispod možete vidjeti kako izgleda jedan tutorijal za odabranu lekciju. U ovom slučaju smo odabrali oblast Word 2016 – obrada teksta i lekciju Umetanje tabele i podešavanje tabela koristeći Table Tools. Sa lijeve strane možemo vidjeti tekstualni dio sa slikama, a sa desne strane možemo pogledati i video koji je povezan za odabranu lekciju.



Slika 7. Izgled tutorijala za odabranu lekciju (tekst, slika i video)

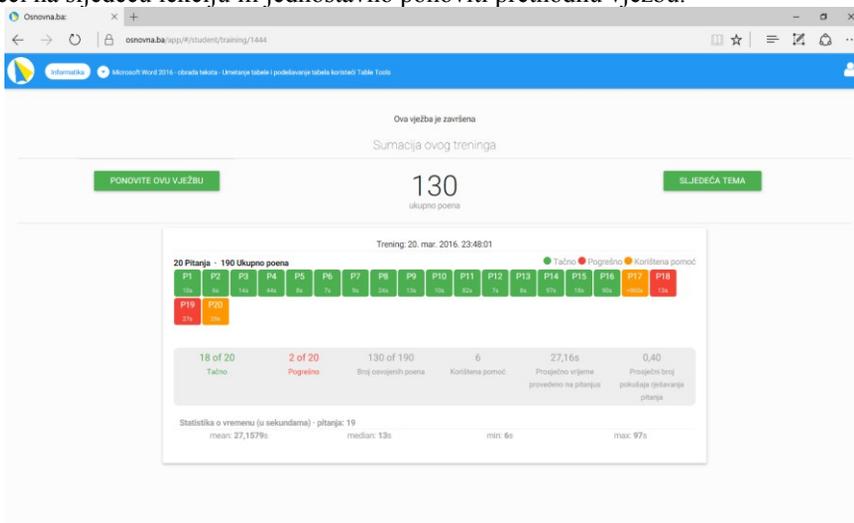
### 3.5. PROVJERA ZNANJA

Kada želimo da provjerimo svoje znanje, obično ćemo dobiti pitanja iz najmanje tri grupe pitanja. Na samom početku ćemo imati neka osnovna pitanja vezana za odabranu lekciju, nakon toga će učenik dobiti složenija pitanja i zadnja grupa pitanja je još složenija. Svaka grupa pitanja ima i svoju vrijednost bodova. Grupe pitanja možemo vidjeti i na samom vrhu, na horizontalnoj liniji koja je obojena u tri boje (plava, žuta, narandžasta).



Slika 8. Početak vježbanja – prvo pitanje

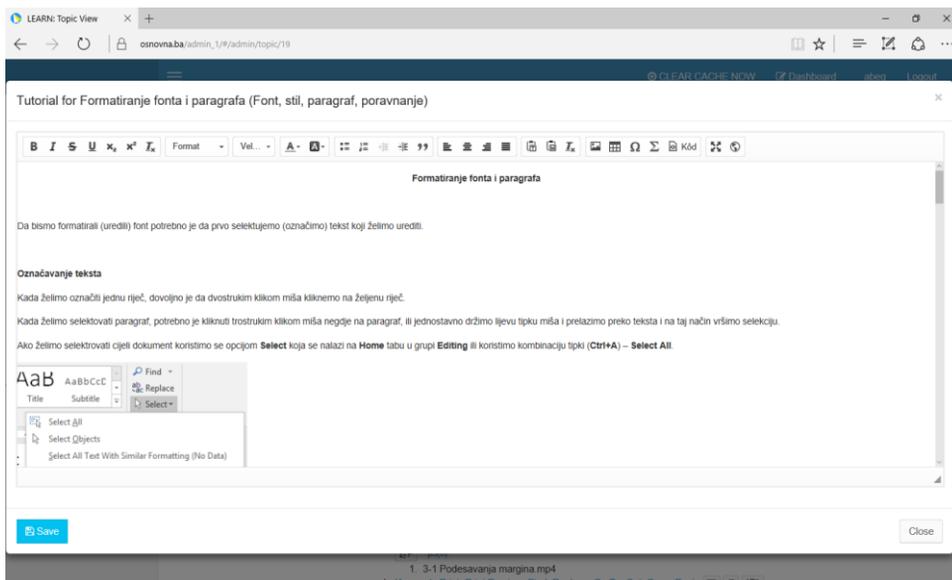
Nakon završetka vježbe, dobit ćete svoje rezultate sa statistikom koliko ste vremena proveli vježbajući, na koliko pitanja ste tačno odgovorili, na koliko pogrešno, koliko put ste koristili pomoć, kao i broj osvojenih bodova. Kada završite jednu vježbu, možete preći na sljedeću lekciju ili jednostavno ponoviti prethodnu vježbu.



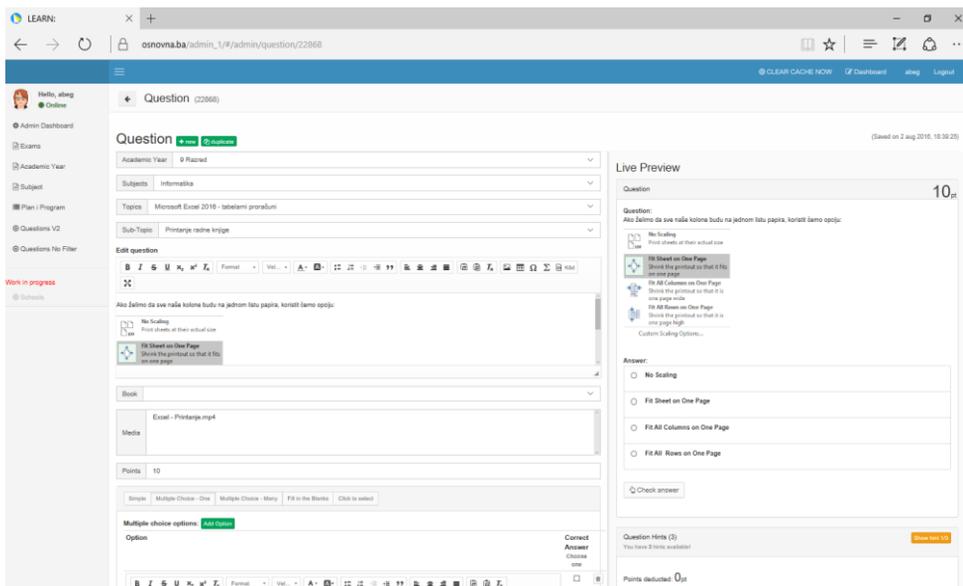
Slika 9. Rezultati urađene vježbe

#### 4. IZRADA SADŽAJA I PITANJA ZA LEKCIJE

Svaki nastavnik koji izrađuje sadržaj za platformu ima svoje korisničke podatke i pristupa putem web preglednika. Nastavnik priprema tekstualne materijale u nekom od programa za obradu teksta, gdje će nakon toga izvršiti jednostavno kopiranje sadržaja na platformu. Slike sprema u .JPG, .PNG, ili .TIF formatu i svaku sliku može i posebno postaviti. Video materijale snima nekim od programa za snimanje ili izradu video materijala, koje će također postaviti kroz platformu. Nakon uspješno postavljene lekcije, potrebno je uraditi i pitanja za vježbanje sa hintovima. Lekcija i pitanja su dostupni učenicima kada nastavnik/osoba koja je radila lekciju to odluči.



Slika 10. Kreiranje nove lekcije u web editoru



Slika 11. Izgled editora za izradu pitanja za vježbu

Na slici je prikazan prozor gdje kreiramo pitanja za odabrane lekcije. Pored tekstualnog dijela, pitanja mogu sadržavati i slike, kao i video. Prilikom kreiranja pitanja, odaberemo za koji predmet kreiramo pitanje, koji razred, koja oblast, koja lekcija, kao i koji broj

bodova. Na osnovu broja bodova, sistem će automatski praviti grupe pitanje (npr: 5, 10 i 15 bodova). Imamo pet tipova pitanja:

1. Single (upisati tačnu riječ)
2. Multiple Choice – One (odabir jednog tačnog odgovora)
3. Multiple Choice – Many (odabir više tačnih odgovora)
4. Fill in the Blanks (popuniti prazna polja, padajuća lista ili
5. Click to Select (kliknuti na tačnu riječ/i, sliku/e, broj/eve)

Za svako pitanje je potrebno uraditi i najmanje 4 hint-a (savjeta ili pomoći) kako bi učenik uspješno završio vježbu. Svaka pomoć znači i oduzimanje određenog broja bodova, a sam hint vas može vratiti i dati vam savjet da pogledate i neke povezane lekcije u kojima možete pronaći više sadržaja za određeno pitanje.

## ZAKLJUČAK

OSNOVNA.BA je platforma koja svakim danom ima novi broj registrovanih korisnika, novi broj lekcija, pitanja, registrovanih roditelja i nastavnika. Sam način kupovine je olakšan, tako da možete greb karticu pronaći gotovo u svakoj trafici kao i izvršiti elektronsku dupunu putem sms-a, a isto tako, ukoliko učenik osvoji određene benefite, može dobiti i besplatno korištenje. Tim iz OSNOVNA.BA svakodnevno nagrađuje učenike osnovnih škola, a učenici u određenim periodima imaju pravo i na besplatni pristup svim lekcijama. Na internetu možete pronaći neke web stranice na kojima možete naći određene lekcije, ali jako teško je pronaći baš ono što je predviđeno za učenike osnovne škole po Nastavnom planu i programu. Pored sadržaja, bitno je naglasiti da na platformi možete vježbati neograničeni broj puta lekcije koje ste kupili ili lekcije koje koristite u probnom periodu koje su besplatne. Ovo je siguran način učenja, jer kada se ulogujete, nema nikakvih eksternih linkova prema vanjskim stranicama, tako da učenici neće dobiti nikakve reklame ili bilo šta drugo što bi oduzelo njihovo vrijeme i njihovu pažnju. U svakom trenutku, roditelji mogu provjeriti koliko je njihovo dijete provelo vremena učeći i čitajući određenu lekciju, kao i rezultate uređanih vježbi, gdje i sami mogu stvoriti bolji pregled napretka u učenju svog djeteta. Svi materijali se mogu promijeniti, izmijeniti ili dopuniti u realnom vremenu, tako da učenici uvijek imaju sve ono što je u tom trenutku aktuelno. Što se tiče predmeta Informatika, to je jako bitno, jer smo svjedoci da informacione tehnologije svakim danom napreduju i da stalno imamo novije verzije softvera, a uz pomoć platforme koja nam nudi online sadržaj, učenici će uvijek imati pristup svim izmjenama. Ovakav vid učenja i pristup materijalima bi trebalo napraviti i za učenike srednjih škola.

## REFERENCE

- [1] Web stranica OSNOVNA.BA (<https://www.osnovna.ba/>) (pristupano 10.09.2016. godine)

## POVEĆANJE PRODUKTIVNOSTI U ZAVODU “DR MIROSLAV ZOTOVIĆ” PRIMENOM ALATA OFFICE 365

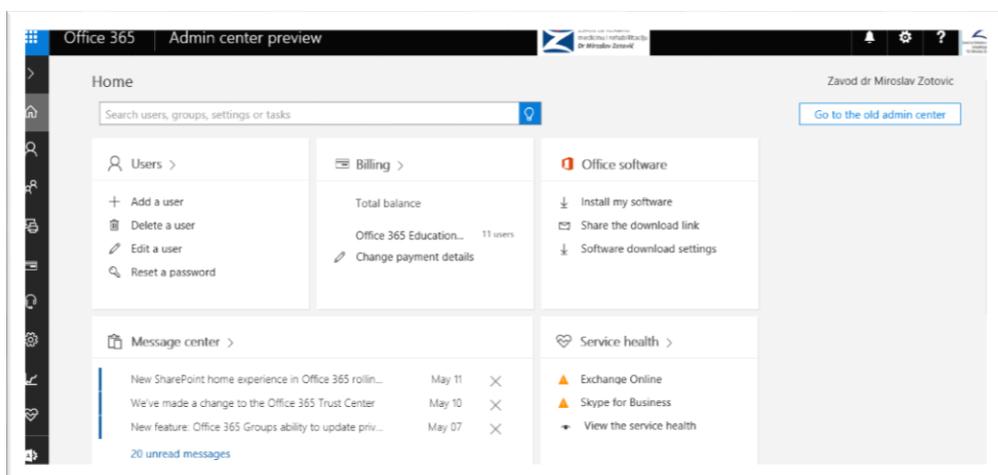
**Boris Talić**  
IKT Služba

**Apstrakt:** implementacija Office 365 u Zavodu „Dr Miroslav Zotović“, unijela je savremeni način poslovanja. Povezivanje akademskog načina licenciranja kod kompanije Microsoft, donjelo je benefite u korišćenju najproduktivnijeg modela, i povoljne cijene pretplate na paket. Sam paket Office 365 EDU for faculty donio nam je najnovije softverske verzije i grupu servisa koje koristimo on premise. Korisnici su dostupni 365/24/7, na različitim uređajima i platformama.

**Ključne riječi:** savremeno poslovanje, implementacija office 365,

### UVOD

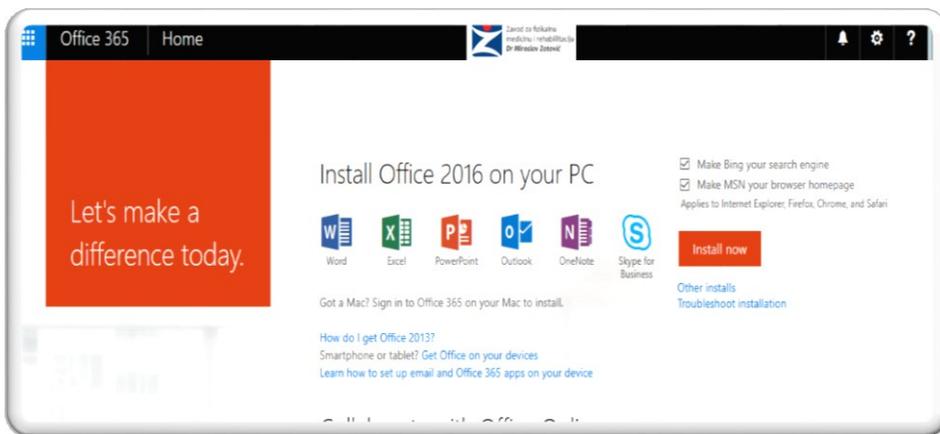
Nakon implementacije Cloud alata Office 365 modernizacija poslovnih procesa u Zavodu krenula je uzlaznim tokom. Kod kompanije Microsoft Zavod je uspio dobiti akademski status licenciranja, koji omogućava dosta niže cijene od standardnih, tako da je ustanova dobila vrhunske alate po promotivnoj cijeni.



*Slika 1. Admin portal Office 365*

Trenutno je 25 korisnika koji su registrovani na office 365, u planu je da se ovaj broj dvostruko poveća. Problem je bio kako samom korisniku objasniti šta je to aplikacija Office 365, i šta je to cloud, usporio je implementaciju aplikacije.

Nakon same prijave korisnika, uočili smo veliku promjenu, jer su korisnici prihvatili novi način rada, prednosti koju on nosi. Prilikom korisničkog logovanja, interface je prilagođen kao da radite u desktop varijanti office.



*Slika 2. korisnički interfejs*

Korisnik ima „office na dlanu“, a i nudi mu se opcija da instalira licenciran office na svom desktop, laptop ili tablet uređaju. Office 365 paket koji koristi Zavod je Office 365 Education E3 for Faculty. Uz korišćenje ovog paketa korisnik može instalirati Office na 5 PC + 5 tablet + 5 telefon uređaja. Sve ovo nam govori da više nije bitno da li korisnik preferira neki određen uređaj ili određen operativni sistem, to više nije bitno, jer je aplikacija cloud orjentisana. Koristeći ovaj paket pretplate korisnicima je omogućeno da komuniciraju u HD tehnologiji, uz pomoć bivšeg Lync ili sadašnjeg Skype for business. Jedna od bitnih opcija je prostor za arhiviranje podataka od 1TB!!!

Koristeći mobilni telefon Microsoft 535 DS, uz operativni sistem Win 10 i nalog koji sinhronizuje backup opcije, u realnom okruženju urađena je migracija ili restore na drugi Microsoft 640 DS telefon i time su dobijeni potpuno identični podaci i aplikacije koje su korištene na prethodnom uređaju. Ovo je primarna funkcija cloud orjentacije, sinhronizacija podataka.

U samom paketu EDU for Faculty, imamo opciju kako softverskog okruženja, tako i servisnog okruženja. Tu je Exchange Server, SharePoint Server, Skype for business, Azure AD...

Sve su ovo servisi koji su implementirani u korisnikovom lokalnom okruženju, čime postoji mogućnost da se isti servise administriraju online bez potrebe da se vodi računa

o hardveru i njegovoj dotrajalosti ili verziji koja je starija, a potrebno je izvršiti nadogradnju. Jednostavno, sve je na jednom mjestu, Office 365 centralizovani sistem.

Mogućnost koju nam daje Office 365 je povezivanje on line servisa sa on premise servisima, ili servisima koji su lokalnog karaktera.



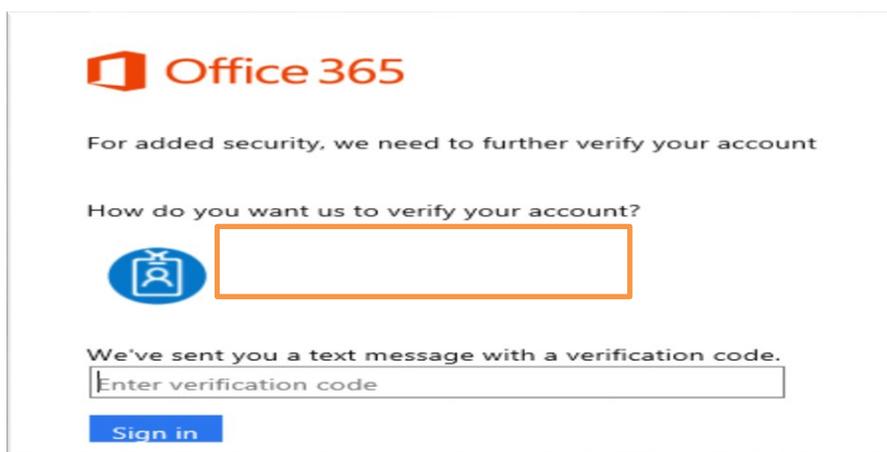
*Slika 3. lokalni mail server, i online servis*

Sad se administracija samog servera, obavlja kao da je u lokalnom okruženju, kao i sam powershell koji nudi mogućnost administracije nalogom koji ima permisije nad servisom

## **BEZBJEDONST**

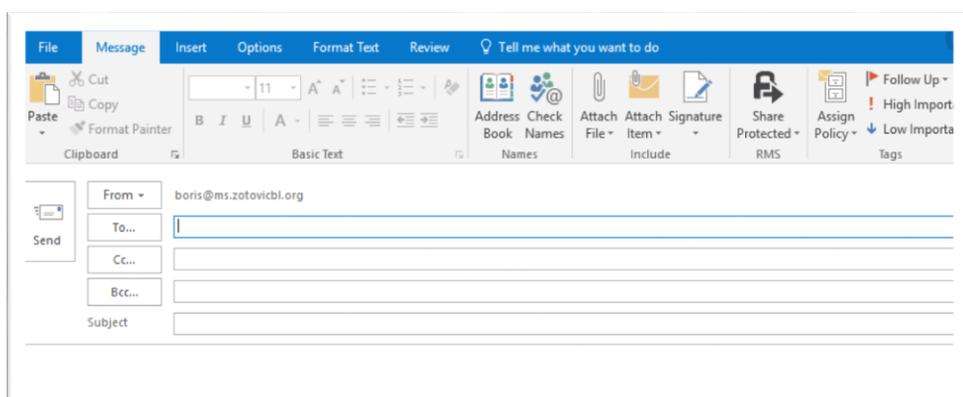
Najčešće pitanje koje su korisnici postavljali je „Da li je sigurno biti sa podacima on line?“. Nakon iskustva od 3 godine, možemo da kažemo JESTE.

Kao administrator domena ms.zotovicbl.org, podesio sam opciju dvofaktorske autentifikacije, da u slučaju neovlašćenog upada na administratorski nalog, potrebno je poslati SMS poruku za autentifikacijski kod, da bi se logovali na sam sistem.



*Slika 4. logovanje sa SMS opcijom*

Dozvoljeno je u password policy korisnicima odrediti vrijeme isteka lozinke, a i u Azure AD možemo podesiti korisniku da sam odradi reset lozinke. Azure AD je aktivni direktorijum samog domena u cloud base orijentaciji. U podešavanju AD možemo iskoristiti opciju Rights Management ili pravo pristupa. Rights Management je softverska opcija koja štiti dokumente organizacije, kriptovanjem dokumenata onemogućen je pristup neovlašćenim osobama. Samo podešavanje slanja dokumenta nam dozvoljava da odredimo korisniku samo da vidi dokument ili da ga dorađuje. Korisnik koji dobije zaštićen dokument neće moći otvoriti on line dokument, već je potrebno lokalno otvoriti dokument sa instaliranom aplikacijom. Rights Management je sigurnosna opcija za korisnike domena Zavoda, sigurni smo da nema pristupa osobama van domena.



*Slika 5. add in RMS u OUTLOOK*

Potrebno je napomenuti da korisnici više ne razmišljaju koje dokumente da sačuvaju na dozvoljene medije ili file servere, jednostavno sve je dostupno, i sa svih uređaja, a i platformi.

Karakteristike Office 365 u Zavodu „Dr Miroslav Zotović“

- Dostupnost servisa 365 / 24 / 7
- Bezbjednost
- Privatnost
- Administracija, instalacija
- Uvijek dostupna nova verzija
- Integracija aktivnog direktorijuma
- Podrška

Prilikom implementacije DKIM ( eng. Domain Key Identified Mail) koji se može pokrenuti u Office 365, a služi za autentifikaciju mail-a, i sam DKIM je dizajniran da detektuje email spoofing ili lažiranje domena pošiljaoca. Znači domen ms.zotovicbl.org je autentifikovan DKIM metodom i svako lažno predstavljanje nema zaštitu originala. U samoj implementaciji bilo je problema sa hostingom, morali smo se obratiti podršci, u najkraćem roku podrška nam je dala tiket i usmjerila šta su naše dalje radnje.

```
X-Forefront-Antispam-Report: CIP:212.84.97.135;IPV:NLI;CIRY:GB;EFV:NLI;
X-Microsoft-Exchange-Diagnostics:
1;AM1FF0110LC010;1:33iG3JFmzyOPAq0frp7BuOQ6uo6GvAPAj48RGaP2m4jRF7scFCyH1kiEE0nmK10DW86q7i41Cu
X-MS-Office365-Filtering-Correlation-Id: 5e3b0516-dela-4bce-372d-08d37bdb49e8
X-Microsoft-Exchange-Diagnostics:
1;VI1PR06MB1373;2:ggibeL7lwujBLZAVp6R7c10W4bCEX3WpOV8QQ5tJ5vvYX28DsA6TxbhBL6b79J46saxl
X-DkimResult-Test: Passed
X-Microsoft-Antispam:
UriScan:;BCL:0;PCL:0;RULEID:(8251501002)(3001016)(3010002)(71701004)(71702002);SRVR:VI
X-Microsoft-Exchange-Diagnostics:
1;VI1PR06MB1373;25:r6nU1qEpGgLFYdRbzdEcn0vGRhy61/pDYvWPSWsnGLG8njGJiES5sVO59wWk8vxow5I
```

*Slika 6. provjera DKIM*

Na prikazanom primjeru vidimo kako se svaki e-mail bezbjedonosno provjerava kad se šalje na domen pod nadležnošću Office 365, i prolaz testa DKIM.

## ZAKLJUČAK

Na sve primjedbe da je bezbjednost ugoržena u Office 365, nakon tri godine korišćenja, odgovorno tvrdim da u ovom period nije bio ni jedan propust.

Na kraju možemo reći da je ovo alat budućnosti, kad konfigurisem korisnika u office 365, dobija se nalog za mail, što je prvenstveno korisnik i tražio, ali je i dobio alat produktivnosti kao i portal u koji može da smjesti “malu kancelariju”.

# **STUDENTSKI OKRUGLI STO**



## TEHNIKE ZA KLASTERIZACIJU U BEŽIČNIM SENZORSKIM MREŽAMA

Goran Đukanović, Goran Popović

M:tel, a.d. Banja Luka

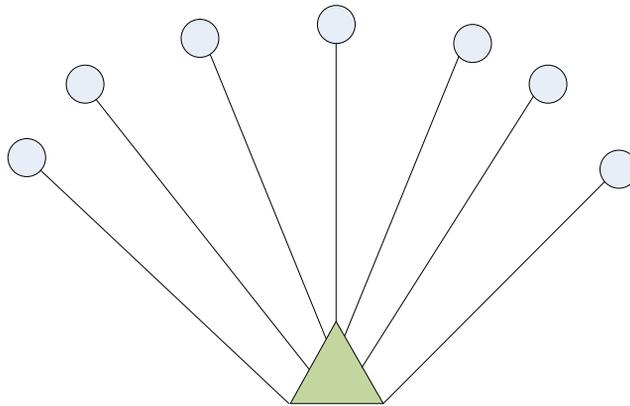
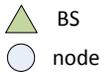
**Abstract:** U radu su predstavljene različite tehnike za formiranje klastera u bežičnim senzorskim mrežama. Energetski resursi senzorskih čvorova su ograničeni, pa je osnovni zadatak, pri projektovanju mreže, minimizacija potrošnje energije i produženje životnog vijeka mreže. Najveći dio energije troši se na komunikaciju senzorskih čvorova sa krajnjim korisnikom informacija, pa je i uštede energije potrebno izvršiti najprije u ovom segmentu. Hijerarhijska organizacija mreže, podjelom u klastere, ima u tom smislu, čitav niz prednosti u odnosu na ostale modele organizovanja senzorskih čvorova u mrežu. Objašnjeni su principi po kojima se klastering izvodi, tehnike koje se pri tome primjenjuju, prednosti i nedostaci različitih prilaza kao i budući pravci razvoja.

**Ključne riječi:** Bežične senzorske mreže, CH, klasterizacija, senzori,

### 1. UVOD

Uslovi terena na kojima se implementiraju bežične senzorske mreže (*WSN-Wireless Sensor Networks*), obično su takvi da pristup operatera do pojedinačnih senzora čine teškim ili čak nemogućim, a daljinski nadzor, kao i upravljanje mrežom su veoma teško izvodljivi. Senzori su obično slučajno raspoređeni u oblasti od interesa, mada se teži da njihova raspodjela bude uniformna. Jednom postavljene senzori, u većem broju slučajeva prepušteni su sami sebi do kraja životnog vijeka. Mreža se organizuje na *ad-hoc* način. S obzirom na ograničenost energetskih resursa (baterijsko napajanje), ušteda energije je glavni zadatak pri projektovanju ovih mreža [1]. Najveći dio energije senzori troše na komunikaciju sa okruženjem, prilikom prenosa informacija prikupljenih sa terena. Ta energija je daleko veća od one koja se utroši na očitavanje, kao primarni zadatak senzora, i obradu prikupljenih podataka. Npr. energija koja se potroši za prenos jednog bita do prijemnika udaljenog 100 m jednaka je energiji koja se utroši na izvršenje 3000 instrukcija [2]. Zbog toga je i najveće uštede potrebno ostvariti u ovom segmentu, smanjenjem broja veza koje se realizuju na velikim rastojanjima i smanjenjem količine saobraćaja. Tradicionalni način komunikacije bežičnih čvorova ostvaruje se preko *single-hop* veze (Slika 1). Svaki senzorski čvor komunicira direktno sa krajnjim odredištem (bazna stanica, sink), gdje dostavlja prikupljene podatke na dalju obradu. Bazna stanica (BS) se redovno nalazi na fiksnoj lokaciji van zone senzorskog polja, a obično je ova udaljenost velika. Zbog toga je i potrošnja energije, pri direktnoj komunikaciji sa BS, u svakom od senzora nedopustivo velika, što značajno smanjuje vrijeme života cijele mreže.

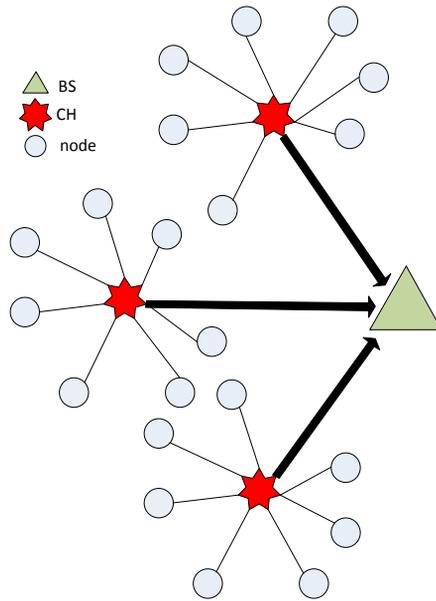
Kako bi se to spriječilo, a mreža učinila skalabilnom i energetski efikasnom, koristi se hijerarhijska organizacija bežičnih senzorskih mreža. U ovakvoj strukturi mreže, senzorski čvorovi se grupišu u klustere. U većini senzorskih mreža, senzorski čvorovi su gusto raspoređeni a susjedni čvorovi se nalaze na međusobno malim udaljenostima. Svaki klaster ima svog vođu (*Cluster Head CH*) koji pored osnovnog zadatka, prikupljanja podataka sa terena, ima i specijalna zaduženja kao što su agregacija podataka koji periodično pristižu od drugih čvorova u klasteru, fuzija i prosleđivanje prema višim hijerarhijskim nivoima ili krajnjem odredištu tj. ovi čvorovi služe kao *gateway* između običnih senzorskih čvorova i BS. Dodatna zaduženja CH čvorova uzrokuju značajno veću potrošnju energije u njima. Stoga se uloge CH čvorova moraju povremeno rotirati, kako bi se ovo opterećenje ravnomjerno rasporedilo na sve čvorove u mreži. Pored toga, kvar bilo kog CH ima fatalne posledice na funkcionisanje čitavog klastera, a svaki CH predstavlja kritičnu tačku i usko grlo u mreži.



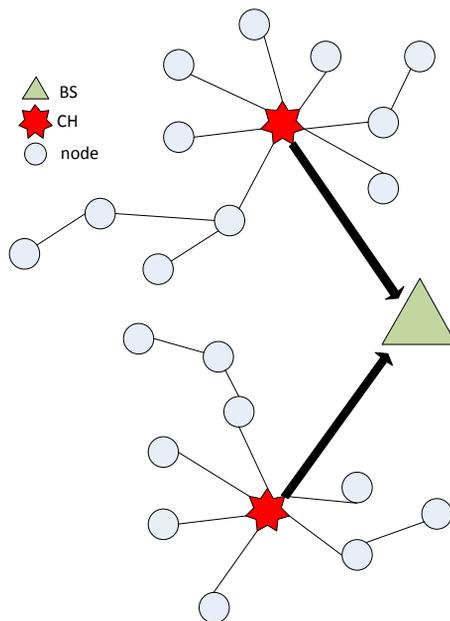
Slika 1. Arhitektura single-hop mreže

## 2. PRINCIPI KLASTERIZACIJE

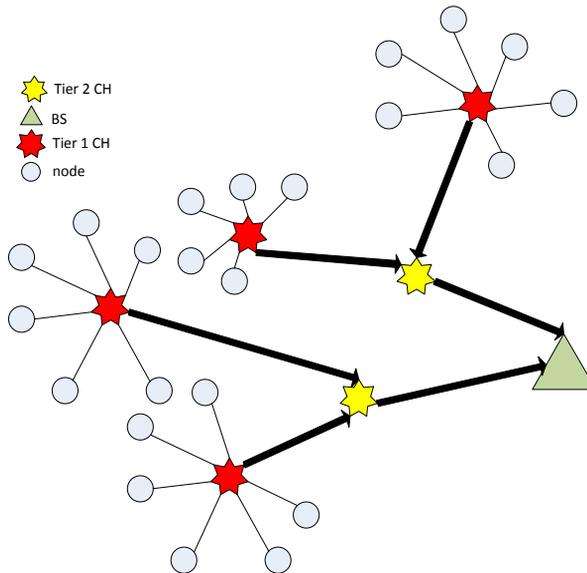
Mehanizam klasterizacije se primjenjuje u hijerarhijskoj strukturi senzorskih mreža kako bi se poboljšale njihove performanse. Primarna ideja je grupisanje senzorskih čvorova oko CH koji je odgovoran za centralnu administraciju svog klastera i komunikaciju sa drugim klasterima i/ili višim hijerarhijskom nivoima. Izbor CH kao i procedure za formiranje klastera su kritični koraci u optimizaciji hijerarhijskih bežičnih senzorskih mreža. Postoji čitav niz različitih strategija klasterizacije koje zavise od prostorne raspodjele senzora u polju i udaljenosti senzora od CH. U opštem slučaju mogu se podijeliti u tri grupe [3]. Prva grupa obuhvata *single-hop* arhitekture klasterizacije (Slika 2), druga *multihop* (Slika 3) a treća *multi-tier* arhitekture (Slika 4).



*Slika 2. Arhitektura single-hop klasterizacije*



*Slika 3. Arhitektura multihop klasterizacije*



Slika 4. Arhitektura multitier klasterizacije

Agregacijom podataka smanjuje se količina podataka koja se prenose ka BS jer se polazi od stanovišta da su podaci prikupljeni od susjednih čvorova u velikoj mjeri korelisani. Komunikacija pojedinačnog klastera sa okruženjem se svodi na najmanju moguću mjeru. U opštem slučaju, zbog lokalizacije rutiranja unutar klastera smanjuje se veličina tabela rutiranja u čvorovima, stabilizuje se topologija mreže na nivou senzora pa se smanjuje i zaglavlje poruka koje se razmjenjuju između senzora prilikom formiranja klastera. Senzori komuniciraju samo sa svojim CH pa stoga na tu komunikaciju ne utiču promjene koje se dešavaju na nivou klastera. CH može vršiti raspoređivanje aktivnosti unutar pripadajućeg klastera tako da pojedine senzorske čvorove prebacuje u *sleep* mod za vrijeme kada njihova aktivnost nije potrebna kako bi se energija uštedila u što većoj mjeri. To se postiže primjenom višestrukog pristupa u vremenskom domenu TDMA.

Organizacija mreže u klastere svakako treba biti u skladu sa specifičnim uslovima primjene. Poželjno je da su mreže aplikativno robustne, tako da se mogu prilagoditi i promjenama zahtjeva u vezi sa krajnjom primjenom senzora. Dodatna korist od klasterizacije mreže odražava se u mogućnosti višestruke upotrebe spektra zbog prostorne podjele mreže.

Podjela WSN se može izvršiti i u odnosu na tip senzora koji su povezani u mrežu. U tom smislu razlikujemo homogene, heterogene i hibridne senzorske mreže. Homogene mreže se sastoje od senzora istih karakteristika u pogledu raspoložive energije i kapaciteta za skladištenje podataka. Senzori se po nekom pravilu mijenjaju u ulozu CH tako da se potrošnja energije što bolje raspoređi na sve čvorove. Heterogene senzorske mreže se sastoje od baznih stanica (statičkih ili mobilnih), senzorskih čvorova i naprednih senzorskih čvorova sa proširenim osobinama i mogućnostima u pogledu obrade podataka i komunikacije sa okolinom ili sa napajanjem većeg kapaciteta. U hibridnim senzorskim

mrežama, nekoliko baznih stanica djeluju kooperativno radi bržeg prikupljanja podataka u realnom vremenu a klasterizacija se izvodi uz centralizovano upravljanje. Klasterizacijom mogu biti obuhvaćeni i statički ali i mobilni senzorski čvorovi. Mobilne bazne stanice u međusobnoj komunikaciji koriste MANET algoritme rutiranja poznate iz ad-hoc mreža [4] dok se u komunikaciji sa senzorskim čvorovima koriste odgovarajući WSN algoritmi. U ovom radu nećemo ulaziti u detalje specifičnosti koje su posledica mobilnosti čvorova ili BS.

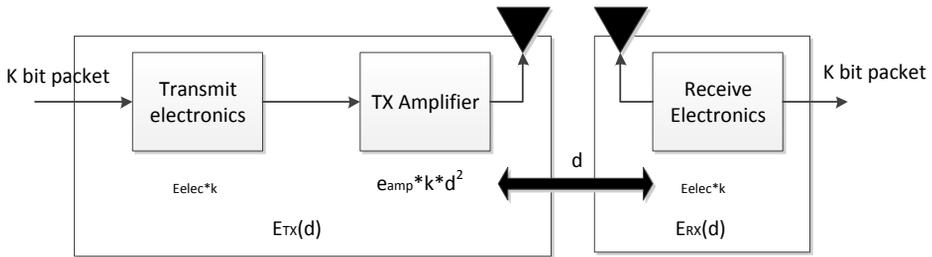
Algoritme za klasterizaciju možemo podijeliti i na probablističke i determinističke, zavisno od kriterijuma koji se koriste za izbor CH i formiranje klastera. U probablističkim algoritmima, svakom od senzorskih čvorova unaprijed se dodjeljuje odgovarajuća vjerovatnoća da će baš on inicijalno biti jedan od CH. Moguće su i varijante gdje se koriste neke druge metode slučajnog izbora CH i članova pripadajućih klastera. Nakon inicijalnog formiranja klastera u daljnim iteracijama se za izbor CH, pored vjerovatnoća, mogu koristiti i drugi kriterijumi kao npr. preostala energija u čvorovima, a za formiranje klastera npr. troškovi komunikacionih ruta ili međusobna udaljenost čvorova, sve u cilju ravnomjernije raspodjele potrošnje energije i produženja životnog vijeka cijele mreže. U determinističkim algoritmima koriste se kriterijumi koji zavise prvenstveno od bliskosti čvorova i od informacija dobijenih od susjednih čvorova. U ovim algoritmima obično je potrebna intenzivnija razmjena poruka između čvorova, prilikom izbora CH i formiranja klastera, međutim ovo su algoritmi koji su pouzdaniji i formiraju dobro izbalansirane i robustne klustere.

Posljednjih godina, originalne doprinose principima klasterizacije WSN daju brojni prijedlozi koji su inspirisani ponašanjem društvenih zajednica u biološkom svijetu . Ovdje nećemo navoditi tehnike koje su proizašle iz tog prilaza, jer se baziraju na sasvim drugim principima i još nemaju jasno zaokružene i definisane strukture. Napomenućemo samo da su rezultati simulacija do kojih su brojni autori došli veoma ohrabrujući te da pružaju dosta mogućnosti za dalja istraživanja [5].

### **3. TEHNIKE ZA KLASTERIZACIJU U WSN**

CH su odgovorni za koordinaciju rada pripadajućih senzorskih čvorova kao i za agregaciju podataka koje dobija od tih čvorova (koordinacija unutar klastera). Pored toga, CH imaju zadatak da komuniciraju sa drugim CH ili sa višim hijerarhijskim nivoima (komunikacija van klastera). Prije svega, svaki CH vrši i svoju primarnu ulogu senzora koji prikuplja odgovarajuće podatke sa terena.

Ove dodatne uloge koje CH ima uzrokuju znatno bržu potrošnju energije u njima. Na Slici 5. je prikazana blok šema jedne veze između senzorskih čvorova kojom se vrši prenos k-bitnog paketa. Sa slike je vidljivo da je potrošnja najveća u dijelu koji je zadužen za komunikaciju te da utrošena energija zavisi od kvadrata rastojanja između čvorova. Zbog toga je potrebno periodično rotirati uloge CH pošto su veze koje se preko njih ostvaruju najduže.



Slika 5. Blok šema komunikacione veze dva senzora sa potrošnjom energije po blokovima

Algoritmi za klasterizaciju se obično izvršavaju u dvije faze [3]. Prva podrazumijeva *setup* a druga održavanje mreže. U *setup* fazi, najprije se određuje koji će od senzora u mreži imati ulogu CH. Nakon toga se preostali senzori, koje u ovom smislu nazivamo obični čvorovi, dodjeljuju nekom od izabranih CH i na taj način formiraju klustere. Pri tome se koriste različiti kriterijumi koji određuju pripadnost. U fazi održavanja klasterizacije, inicijalna konfiguracija klastera se može mijenjati zbog pomjeranja čvorova, dodavanja novih ili odumiranja postojećih, kao i zbog promjena topologije. Predloženi su mnogi heuristički algoritmi za izbor CH i formiranje klastera koji daju doprinos prevažilaženju ograničenih performansi konvencionalnih metoda organizacije bežičnih senzorskih mreža.

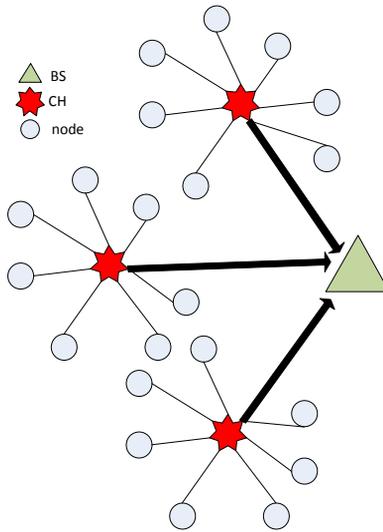
Najpopularniji algoritam za formiranje klastera je LEACH [6]. On spada u kategoriju hijerarhijskih, probabilističkih, distribuiranih *one-hop* algoritama. Algoritam se izvršava u potpunosti distribuirano, pa svaki čvor autonomno odlučuje o svom statusu bez bilo kakvog centralizovanog upravljanja. Pripadnost čvorova određenom klasteru zasniva se na jačini primljenog signala. Lokalni CH obavlja svu komunikaciju sa nadležnom BS, pa s obzirom na dužinu ove veze i količinu podataka koja se prenosi, troši daleko više energije nego ostali čvorovi u klasteru. Zbog toga se uloga CH rotira među čvorovima u klasteru. Na taj način se postiže ravnoteža potrošnje energije u svakom klasteru a životni vijek čitave mreže se produžava. Sam algoritam je koliko jednostavan toliko i neobičan. Najprije se bira  $P$ , željeni procenat čvorova u senzorskom polju koji će imati ulogu CH. LEACH dalje nastavlja svoj rad kroz odgovarajući broj rundi. Svaka runda se dijeli u dvije faze: *setup* i *steady*. U toku *setup* faze svaki čvor potpuno autonomno odlučuje da li će u toj rundi biti CH ili ne. To se postiže kroz izbor slučajnog broja između 0 i 1. Ako je ova slučajno izabrana vrijednost manja od vrijednosti praga  $T(n)$  za čvor  $n$ , tada će čvor  $n$  postati CH u  $r$ -toj rundi. Ovaj prag se računa pomoću izraza :

$$T(n) = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{P}{1 - P \times (r \bmod \frac{1}{P})} & \text{if } n \in G \\ 0 & \text{otherwise} \end{array} \right\} \quad (1)$$

Gdje je  $G$  skup senzora koji nisu bili CH u poslednjih  $1/P$  rundi a  $r$  je broj tekuće runde. Imajući to u vidu, u inicijalnoj rundi svaki čvor ima jednaku vjerovatnoću  $P$  da postane CH. Parametar  $T(n)$  se u svakoj sledećoj rundi povećava jer je sve manje preostalih kandidata za ulogu CH. Nakon izbora, svaki CH obznanjuje svoj status svim ostalim čvorovima. Ostali čvorovi biraju klaster kome će pripadati na osnovu jačine primljenih signala od svih novih kandidata za CH. Potom, svaki od čvorova informiše izabrani CH da će biti član njegovog klastera pa se tako svi klasteri konačno formiraju (Slika 6). Tokom *steady* faze, senzorski čvorovi vrše svoj primarni zadatak, tj. očitavaju odgovarajući fizički fenomen. Prikupljeni podaci se šalju ka CH. CH vrše agregaciju podataka primljenih od pripadajućih čvorova i potom ih šalju ka BS. Nakon određenog vremena, koje mreža provodi u *steady* fazi, prelazi se u novu *setup* fazu. Prednosti LEACH algoritma su u tome što je to u potpunosti distribuiran prilaz gdje nema nikakvog centralnog upravljanja. Smanjuje se broj energetski zahtjevnih veza pošto samo CH imaju komunikaciju sa BS. U svakom trenutku većina senzora se nalazi u *sleep* modu. Smanjuje se količina podataka koju treba preneti do BS kroz postupak agregacije u CH. Rotacija CH uloge ravnomerno raspoređuje potrošnju energije po svim čvorovima. LEACH je sa druge strane ostavio čitav niz neriješenih pitanja. Problemi nastaju ukoliko senzori nemaju istu inicijalnu energiju što je u praksi čest slučaj. Tada senzor sa manje energije ima istu šansu da postane CH kao i onaj sa više energije. To omogućava senzorima sa sasvim malom preostalom energijom da dobiju ulogu CH i da brzo potroše preostalu energiju i isključe se dok su u tom statusu. To dovodi do gubitka svih prikupljenih podataka od strane senzora u pripadajućem klasteru za tu rundu. CH mogu takođe biti i senzori koji su veoma daleko od BS pa troše izuzetno veliku energiju za komunikaciju. Jasno je da slučajan izbor CH u svakoj rundi ne vodi do minimalne potrošnje energije tokom *steady* faze. U nekim rundama ulogu CH imaće čvorovi koji se nalaze na granicama svojih klastera ili su najdalji od BS prema kojoj trebaju usmeriti svoj prenos. Može se desiti i da su svi izabrani CH skoncentrisani u jednom dijelu mreže pa da neki od čvorova nemaju niti jedan CH u domenu. Za CH se mogu izabrati i senzori sa veoma malom preostalom energijom ili su toliko daleko da uopšte ne mogu uspostaviti vezu direktno sa BS. U isto vrijeme mogu postojati veoma veliki i veoma mali klasteri u mreži. Sve su to razlozi zašto su brojni autori pokušali da svojim idejama unaprijede LEACH. Neki od modifikovanih algoritama ne vrše probablistički izbor CH već se on određuje deterministički na osnovu preostale energije u čvorovima.

Jedan od prilaza predlaže smanjenje praga  $T(n)$  u skladu sa smanjivanjem preostale energije u čvorovima [7]. Na taj način produžava se životni vijek mreže ali se može desiti da zbog veoma niskog praga nakon velikog broja rundi, neki od CH neće imati dovoljno energije za prenos do BS. U LEACH-B (Balanced) [8] broj klastera po rundi nije konstantan. Pripadnost čvora nekom klasteru se ne računa na osnovu putanje sa minimalnom energijom od čvora do potencijalnog CH kao u originalnom LEACH, već na osnovu minimalne energije koja se troši na cijeloj putanji od čvora do BS pri prolasku

kroz potencijalne CH. Ovaj pristup ima bolje osobine od LEACH na manjim udaljenostima BS od čvora.



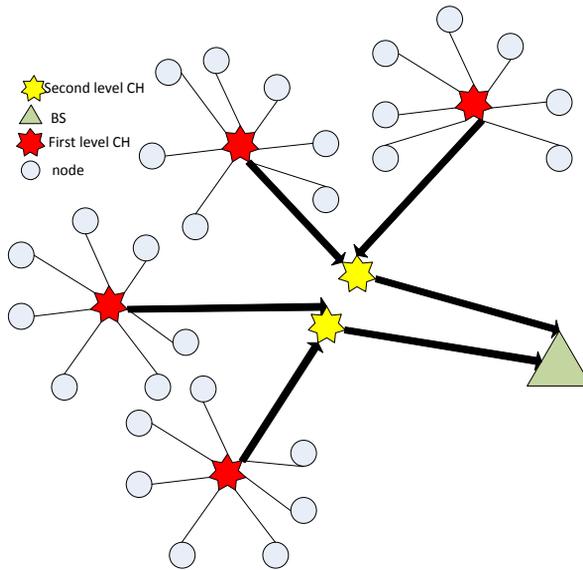
Slika 6. Hijerarhijska klasterizacija upotrebom LEACH algoritma

LEACH-C [9] koristi centralizovani algoritam prilikom formiranja klastera čime se postiže bolja raspodjela čvorova i ujednačena veličina klastera. Tokom *set-up* faze svaki senzor komunicira direktno sa BS kojoj šalje podatke o svojoj trenutnoj poziciji i raspoloživoj energiji. BS na taj način formira jasnu sliku o čitavoj mreži pa računa prosječnu energiju u mreži. Senzori čija je energija ispod ovog prosjeka ne mogu biti CH u narednoj rundi. U *steady* fazi se koristi isti algoritam kao u LEACH. LEACH-C u svemu prevazilazi osobine originalnog LEACH ali ga nije uvijek jednostavno implementirati u praksi zbog potrebe za centralnim upravljanjem sistemom. LEACH-E (*Enhanced*) [10] koristi algoritam za selekciju CH koji ima globalnu informaciju o svim čvorovima u mreži. Glavni faktor koji utiče na performanse mreže je broj CH. Ako je broj CH relativno mali, tada svaki CH pokriva veliku oblast, pa čvorovi koji se nalaze na velikoj udaljenosti troše veliku energiju za komunikaciju sa CH. Ako je broj CH relativno veliki, imamo veći broj čvorova koji troše veliku energiju za komunikaciju sa BS. Ovo su protivrječni zahtevi i oba utiču na vrijeme života mreže. Komunikacija između CHs i BS zahteva veću potrošnju energije od komunikacije CH sa ostalim čvorovima. Stoga se LEACH-E u prvoj rundi pri izboru CH ponaša kao LEACH. Nakon toga je preostala energija svih čvorova različita, pa se u svakom klasteru nakon svake runde bira čvor sa najvećom preostalom energijom koji postaje CH a ostali čvorovi su članovi klastera. U LEACH-F (*Fixed number of cluster*), klasteri se formiraju na samom početku i kao takvi postoje do kraja života mreže. Na taj način izbjegava se formiranje klastera na početku svake runde. Pri formiranju klastera koristi se centralizovani pristup na isti način kako se to radi u LEACH-C. Uloga CH se u narednim rundama rotira unutar čvorova fiksnih klastera. Prvi čvor iz liste postaje CH u prvoj rundi, drugi u drugoj itd. Prednost ovog prilaza je taj što ovde ne postoji *setup overhead* na početku svake runde. Nedostatak u

ovom protokolu je taj što nema mogućnosti za pridruživanje novih čvorova klasterima a isključena je i mobilnost čvorova. Pored toga, fiksna priroda klastera stvara situacije gde su čvorovi često bliži CH drugih klastera nego sopstvenim CH. U protokolu I-LEACH (*Improved*) cijelo senzorsko polje se deli u jednake subregione [11]. U svakom od njih se biraju CH na isti način kako se to radi u LEACH. Na taj način dobija se veliki broj manjih subklastera. Teži se uniformnoj distribuciji CHs na bazi x-koordinata čvora. Tako se izbjegavaju situacije gdje su svi CH skoncentrisani u jednom dijelu mreže. Na taj način se smanjuju dužine veza od običnih čvorova do CH, *data frame* je kraći ali se povećava broj frejmova koji stiže do BS. Umjesto vjerovatnoće kao kriterijum za izbor CH koristi se preostala energija. U T-LEACH (*Threshold based*) [12] se minimizira broj izbora CH, korišćenjem praga za preostalu energiju. Dok god neki CH ima preostalu energiju veću od zadatog praga, on zadržava svoju ulogu iz runde u rundu. Pragovi se zadaju za svaki čvor u mreži posebno, pa su stoga različiti, pošto svaki CH ima različit broj čvorova. Nakon što preostala energija CH postane manja od praga, bira se novi CH. Smanjenjem broja izbora CH, zbog smanjenja utroška energije koji prate ove izbore, produžava se vrijeme života mreže. Još jedan interesantan protocol poznat je pod nazivom TB-LEACH (*Time based*) [13]. U osnovnom LEACH broj CH se može razlikovati od runde do runde, zbog slučajnog izbora broja koji poredimo sa pragom. U ovom protokolu u svakoj rundi se bira konstantan broj CH, tačno 4%. Oni se biraju na osnovu slučajno zadatih tajmera. Na početku svake runde svi čvorovi generišu slučajne tajmere. Na vrednost tajmera ne utiče preostala energija čvora. Kada tajmer istekne, čvor proverava broj primljenih CH *advertisement* poruka. Ako je ovaj broj manji od četiri on se proglašava za CH. Ostatak procesa nakon izbora CH je isti kao LEACH. TL-LEACH (*Two-level*) [14] koristi PEGASIS algoritam [15] za poboljšanje LEACH i sastoji se iz tri faze. Prva faza selekcija CH se sastoji iz dvije sekundarne faze: Selekcija CH na prvom i na drugom nivou. CH na prvom nivou se bira korišćenjem modifikovanog izraza za vrednost praga:

$$T(n) = \left\{ \begin{array}{ll} (r+1) \bmod \left(\frac{1}{P}\right) \times P & \text{if } n \in G \\ 0 & \text{otherwise} \end{array} \right\} \quad (2)$$

Klasteri se formiraju na isti način kao što se to radi u LEACH. Bira se  $N \times P$  CHs prvog nivoa. Nakon toga prelazi se u selekciju CH na drugom nivou. Bira se  $N' \times P$  CHs drugog nivoa od prethodno izabranih CH prvog nivoa (Slika 7). Samo CH drugog nivoa mogu komunicirati sa BS. Oni primaju podatke od CH prvog nivoa i zajedno sa sopstvenim podacima ih prosleđuju ka BS. Fuzija podataka se vrši i na sekundarnom i na primarnom nivou. TL omogućava da se značajno smanjuje broj čvorova koji ostvaruju komunikaciju na velikim udaljenostima pa se tako vrši značajna ušteda energije.



Slika 7. TL-LEACH arhitektura mreže

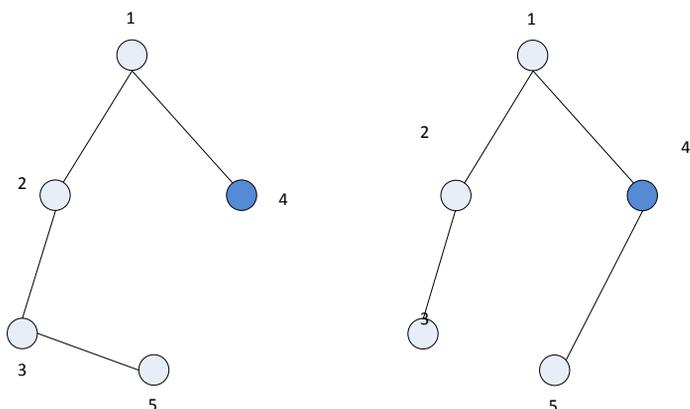
SEP (Stable Election Protocol) [16] uzima u obzir heterogenost mreže. Vjerovatnoća izbora čvora za CH zavisi od njegove preostale energije. Čvorovi su heterogeni i dijelimo ih na obične (*normal*) i napredne (*advanced*). Razlike u energiji mogu biti inicijalno postavljene ili mogu biti posledica rada senzora u prethodnim rundama. Čvorovi obje vrste su slučajno raspoređeni u celom polju. Napredni čvorovi se češće biraju za CH. Na taj način se izbjegava situacija u kojoj će svi obični čvorovi prestati sa radom a ostaće samo napredni bez obzira na prostornu raspodelu.

Potpuno drugačiji prilaz klasterizaciji predlaže HEED algoritam (*hybrid, energy-efficient, and distributed*) [17]. On spada u grupu hijerarhijskih, probabilističkih algoritama ali hibridnih, pošto se osim probabilističkih koriste i deterministički parametri. Algoritam se izvršava periodično na bazi hibrida dva parametra za klasterizaciju. Primarni parametar je preostala energija u svakom od senzorskih čvorova a sekundarni su troškovi intraklaster komunikacije u funkciji blizine susjednih čvorova ili gustine čvorova u klasteru. Primarni parametar se koristi za probabilistički izbor inicijalnog skupa CH a sekundarni za formiranje klastera. Proces klasterizacije za svaki senzor zahtijeva nekoliko rundi. Svaka runda traje onoliko koliko je potrebno da se izvrši prijem poruka od svih susjednih čvorova unutar klastera. Inicijalni procenat CH u mreži  $C_{prob}$  je unaprijed definisan kao što je to slučaj u LEACH algoritmu. Ovaj procenat se koristi samo da bi ograničio inicijalna obavještenja koje CH šalju i nema direktnog uticaja na konačnu strukturu klastera. U HEED algoritmu, za svaki senzorski čvor se izračunava vjerovatnoća  $CH_{prob}$  da će biti CH na osnovu izraza:

$$CH_{prob} = C_{prob} \cdot \frac{E_{residual}}{E_{max}} \quad (3)$$

Gdje je  $E_{residual}$  procjena trenutne preostale energije u senzorskom čvoru a  $E_{max}$  je maksimalna energija (koja odgovara punoj bateriji), koja je obično ista za sve homogene senzorske čvorove. Jasno je da algoritam nije probabilistički u potpunosti, pošto samo senzori sa velikom preostalom energijom imaju šansu da postanu CH. Vrijednost  $CH_{prob}$  mora biti veća od minimalnog praga  $p_{min}$  koji se bira tako da bude inverzno proporcionalan  $E_{max}$ . CH može biti probni CH ako je  $CH_{prob} < 1$  ili konačan CH ako je  $CH_{prob} = 1$ . Tokom svake runde, svaki čvor koji nije očitao od nekog CH, bira sam sebe za CH sa vjerovatnoćom  $CH_{prob}$ . Novoizabrani CHs se dodaju skupu trenutnih CH. Ako je čvor izabran da bude CH on vrši *broadcast* poruke o promjeni svog statusa u probni ili konačni CH. Čvorovi oslušuju sve CH sa liste i biraju CH sa najnižim troškovima komunikacije. Svaki čvor potom duplira svoj  $CH_{prob}$  i prelazi na slijedeću iteraciju u ovoj fazi. Faza se završava kada svi  $CH_{prob}$  dostignu vrijednost 1. Ako se neki čvor ne izabere za CH ili se ne pridruži nekom od klastera, on se proglašava konačnim CH. Probni CH može postati regularan čvor u kasnijim iteracijama. Čvor može biti izabran kao CH u uzastopnim intervalima klasteringa ako ima veću preostalu energiju sa manjim troškovima. WSN je stacionarna mreža gdje čvorovi ne odumiru iznenada, pa se skupovi susjednih čvorova ne mijenjaju često, zbog toga nije neophodno vršiti često utvrđivanje liste susjednih čvorova. HEED klasterizacija produžava životni vijek mreže u odnosu na LEACH [3] pošto LEACH vrši slučajan izbor CH što se odražava i na slučajne veličine svakog od klastera a to može uzrokovati brže odumiranje. Mala je vjerovatnoća da će se za CH birati dva čvora koja se nalaze u susjedstvu. CHs koji su izabrani kao konačni u HEED su uniformno distribuirani u mreži pa su troškovi komunikacije minimizirani.

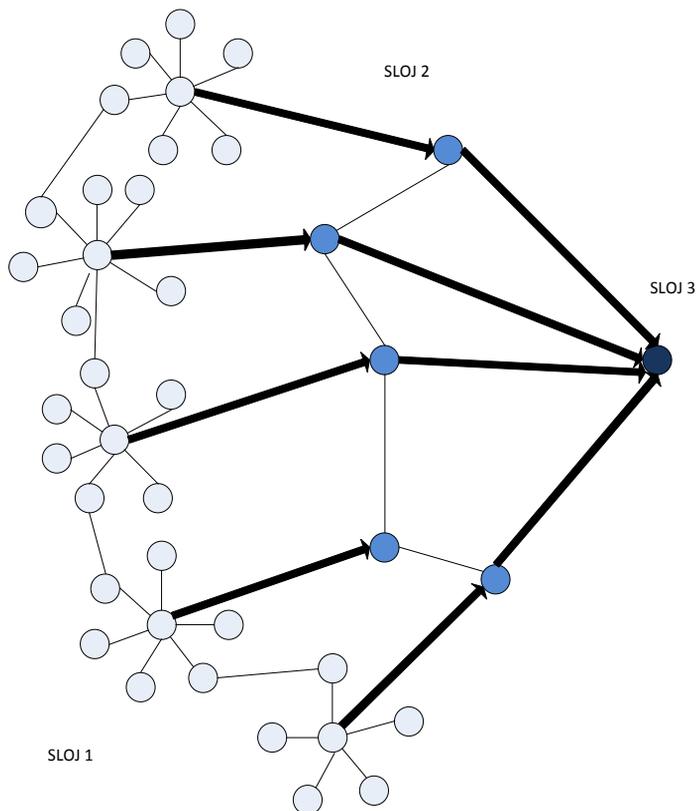
HCC algoritam koristi *multitier* arhitekturu za klasterizaciju [18], [19]. Ovdje bilo koji čvor u mreži može inicirati proces formiranja klastera. Ako više čvorova istovremeno inicira proces formiranja klastera, koriste se unaprijed definisane procedure koje će osigurati da se opslužuje samo jedan zahtjev. To može biti npr. zahtjev koji je došao od čvora sa najmanjim ID. Algoritam je baziran na teoriji grafova i sastoji se iz dvije faze. Prva je uspostavljanje stabla a druga formiranje klastera. Svaki čvor  $u$  šalje signal koji nosi informaciju o najkraćoj hop-distanci od njega do inicirajućeg čvora  $r$ . Ako bilo koji čvor  $v$  koji je susjedni čvoru  $u$  nađe da je ruta koja vodi od njega do  $r$  kraća preko čvora  $u$ , on će izabrati čvor  $u$  za nadčvor. Veličina nižih nivoa stabla za svaki čvor se dinamički mijenja kako se mijenja veličina pripadajućih podnivoa svakog od njegovih podčvorova. Na slici 8. je jednostavan primjer [3] gdje je čvor 5 originalno za 3 hop-a daleko od inicirajućeg čvora 1. On potom prima signal od čvora 4 koji je 1 hop udaljen od čvora 1, zbog čega mijenja nadčvor, pa umjesto čvora 3 tu ulogu dobija čvor 4. Udaljenost čvora 5 od inicirajućeg čvora 1 na taj način se smanjuje na 2 hop-a.



Slika 8. Promjena topologije stabla u HCC algoritmu

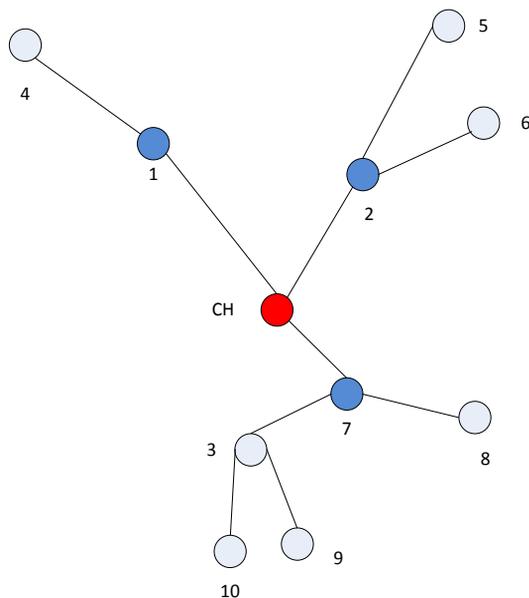
Faza formiranja klastera počinje kada veličina bilo kog podnivoa stabla iz čvora premaši granicu  $k$ . Taj čvor potom inicira formiranje klastera od njegovih podnivoa. Za čitav podnivo se formira jedan klaster ako je njegova veličina  $< 2k$  a inače se formira više klastera. Ovaj algoritam je pogodan i za okruženje sa mobilnim čvorovima.

EEHC algoritam [20] spada u grupu hijerarhijskih, probablističkih, distribuiranih,  $k$ -hop algoritama. Ideja ovog algoritma je prevazilaženje nedostataka koje LEACH ima zbog svoje *single-hop* arhitekture. Izvršava se dvostepeno kroz jednonivovsku i višeni-vovsku klasterizaciju. U jednonivovskoj klasterizaciji, svaki čvor postaje CH sa unaprijed definisanom vjerovatnoćom  $P$  a potom obznanjuje svoj status tzv. dobrovoljnog CH susjednim čvorovima koji su udaljeni  $k$  hop-ova od njega. Svaki čvor koji dobije to obavještenje postaje član najbližeg klastera ako i sam nije CH. Ako neki čvor ne dobije obavještenje u nekom vremenskom intervalu  $t$ , zaključuje da se nijedan dobrovoljni CH ne nalazi na udaljenosti  $k$  hop-ova pa sam dobija ulogu forsiranog CH. Drugostepena klasterizacija se odvija na isti način. Inicijalni proces klasterizacije se rekurzivno ponavlja pa se tako formiraju viši nivoi u hijerarhiji klastera (Slika 9). Uzmimo da postoji  $h$  nivoa u hijerarhiji gdje je nivo-1 najniži a nivo- $h$  najviši. Informacije koje su prikupljene sa terena u svim senzorskim čvorovima šalju se najprije ka CH prvog nivoa. Nakon što izvrše agregaciju primljenih podataka, CH prvog nivoa ih prosleđuju ka CH drugog nivoa itd. Konačno CHs  $h$ -tog nivoa šalju podatke ka BS.



*Slika 9. Troslojna hijerarhija EEHC protokola*

DWEHC [22] uvodi pojam prečnika klastera. Definiše ga kao najveću udaljenost nekog čvora od svog CH. Algoritam je distribuiran i izvršava se u sedam iteracija. Ilustrovan je na Slici 10. Klasteri su organizovani hijerarhijski, sa jednim CH te podčvorovima prvog nivoa, drugog nivoa itd. Broj nivoa zavisi od prečnika klastera i putanje sa minimalnom energijom od svakog čvora do njegovog CH. Svaki čvor odgovara samo na zahtjeve svog nadčvora i na taj način se podaci dostavljaju ka CH. Tokom inicijalizacije, svaki čvor vrši *broadcast* svojih (x,y) koordinata kako bi identifikovao sve svoje susjedne čvorove.



Slika 10. Primjer klastera u DWEHC protokolu

Nakon lociranja susjeda, svaki čvor izračunava sopstvenu težinu (*weight*) uz pomoć izraza:

$$w_{weight} = \left( \sum_{u=N_{a,c}(s)} \frac{(R-d)}{6R} \right) \times \frac{E_{residual}(s)}{E_{initial}(s)} \quad (4)$$

Gdje je  $R$  prečnik klastera koji je fiksiran za čitavu mrežu,  $d$  je udaljenost od čvora  $s$  do njegovog susjednog čvora  $u$ ,  $N(s)$  je skup susjednih čvorova čvora  $s$ .  $E_{residual}(s)$  je preostala energija čvora  $s$  a  $E_{initial}(s)$  je inicijalna energija čvora  $s$ , koja je jednaka za sve čvorove. Čvor koji ima najveću težinu među svojim susjedima postaje privremeni CH. On može postati stvarni CH samo ako ga odgovarajući procenat njegovih susjeda izabere za CH. Ovaj procenat iznosi 100% u prvoj iteraciji ( $i=0$ ) a u narednih šest iteracija ( $i < 6$ ) smanjuje se po pravilu  $(6-i)/6$ . Susjedni čvorovi postaju podčvorovi prvog nivoa pošto imaju direktnu vezu sa svojim CH. Svaki čvor odlučuje o svom članstvu na način da dosegne CH sa minimalnom potrošnjom energije. Na osnovu poznavanja udaljenosti do susjednih čvorova svaki čvor odlučuje da li će ostati član prvog nivoa ili će postati član drugog nivoa. Moguće je da se neki čvor pridruži i drugom CH. Proces se nastavlja dok se svi čvorovi ne postavu po topologiji koja omogućava maksimalnu uštedu energije. Proces generisanja klastera se vrši u najviše sedam iteracija jer svaki od čvorova ima najviše šest susjeda [22]. Na slici su pored čvora koji je CH prikazani podčvorovi

prvog nivoa  $n_1, n_2$  i  $n_3$ , podčvorovi drugog nivoa  $n_4, n_5, n_6, n_7$  i  $n_8$  te podčvorovi trećeg nivoa  $n_9$  i  $n_{10}$ . Nadčvor i njegovi podčvorovi su susjedi. Algoritam je distribuiran u čitavoj mreži pa je svaki čvor ili CH ili je podčvor svog nadčvora.

#### 4. ZAKLJUČAK

U ovom radu smo predočili značaj klasterizacije u organizaciji bežičnih senzorskih mreža. Predstavili smo osnovne principe po kojima se klasterizacija izvodi te različite prilaze problemu klasterizacije a potom smo sistematizovali algoritme za klasterizaciju na osnovu nekoliko mogućih kriterijuma. Opisali smo najznačajnije protokole iz različitih grupa, koji su do sada predloženi u literaturi. Nismo ulazili u rezultate simulacija kojima su autori dokazivali prednost svojih algoritama već smo samo prikazali ideje i ciljeve kojima su se vodili prilikom njihovog nastajanja. Na osnovu sagledavanja cjelokupne slike mogu se dati neki jasni zaključci. Grupisanje čvorova u klasterne i hijerarhijska struktura senzorske mreže predstavljaju svakako najefikasniji prilaz za podršku skalabilnosti u WSN [23]. Arhitektura mreže je takva da se fleksibilno prilagođava povećanju broja čvorova u mreži. Osnovni problem kod bežičnih senzorskih mreža je ograničen kapacitet baterijskog napajanja. Stoga su napori istraživača usmjereni u pravcu iznalaženja načina za efikasnije iskorištenje energije kao kritičnog resursa tj. produženje životnog vijeka mreže. Drugi važan kriterijum koji utiče na kvalitet algoritma je vrijeme potrebno za konvergenciju prilikom formiranja klastera. Oba ova kriterijuma izbacila su na sam vrh popularnosti probablističke distribuirane protokole. U ovim protokolima čvorovi brzo i samostalno donose odluke o svom statusu na osnovu odgovarajućih unaprijed poznatih vjerovatnoća i eventualno dodatnih podataka (npr. preostaloj energiji u čvoru). Rotacija uloge CH ima suštinski uticaj na ravnomjernu potrošnju energije u čitavoj mreži. Nedostatak ovih protokola je lošija distribucija CH u mreži. Deterministički algoritmi kao primarne kriterijume za izbor CH koriste mjerljive parametre kao što je npr. međusobna udaljenost čvorova. Protokoli koji su bazirani na ovim osnovama imaju bolje izlazne rezultate u smislu bolje izbalansiranih klastera ali im je vrijeme konvergencije često neprihvatljivo dugačko. Imajući u vidu da senzorske mreže zauzimaju sve veće površine i da je broj senzora u mreži sve veći, multinivovska i *multi-hop* klasterizacije su sve interesantnije.

Područje za dalja istraživanja u oblasti klasterizacije bežičnih senzorskih mreža je veoma široko. Neka od pitanja su: kako pronaći optimalan broj klastera kako bi se ušteda energije maksimizirala, kako procijeniti optimalan broj rotacija CH u cilju bolje distribucije energije, kako što više smanjiti *overhead*, kako sve to primijeniti na mobilne čvorove i mobilne CH itd. Sveprisutnost bežičnih senzorskih mreža, njihova sve veća popularnost i nesumnjivo vrtoglav rast broja senzorskih mreža koji se može očekivati u skorijoj budućnosti, nameću potrebu za daljim istraživanjima koja će riješiti sva navedena otvorena pitanja.

## REFERENCE

- [1] G. Đukanović, G. Popović (2015), *Budućnost bežičnih senzorskih mreža i mogućnost primjene teorije igara, ITeO - Zbornik radova*, Apeiron, Banja Luka.
- [2] F. Akyildiz, T. Melodia, and K. R. Chowdhury, "A survey on wireless multimedia sensor networks", *Computer Networks (Elsevier)*, vol. 51, no. 4, Mar. 2007, pp. 921 – 960.
- [3] J. Zheng, A. Jamalipour, *Wireless Sensor Networks, A Networking Perspective*, John Wiley & Sons, 2009.
- [4] J. Reed, *Introduction to Ultra Wideband Communication Systems*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, June 2005.
- [5] S. Sendra, L. Parra, J. Lloret, and S. Khan, *Systems and Algorithms for Wireless Sensor Networks Based on Animal and Natural Behavior*, Hindawi Publishing Corporation, International Journal of Distributed Sensor Networks, Volume 2015, Article ID 625972, 19 pages
- [6] W.R. Heinzelman and A. Chandrakasan (2000) Energy efficient Communication Protocol for Wireless Microsensor Networks. In IEEE Computer Society Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS '00), Vol. 8, pp. 8020, Hawaii
- [7] M. Handy, M. Haase, and D. Timmermann, "Low energy adaptive clustering hierarchy with deterministic cluster - head selection", in Proceeding of IEEE International Conference on Mobile and Wireless Communications Networks, Stockholm, Sweden, Sept. 2002, pp. 368 – 372.
- [8] A. Depedri, A. Zanella, Verdona (2003) An Energy Efficient Protocol for Wireless Sensor Networks. In: Proc. AINS, 2003, pp. 1-6
- [9] W. Heinzelman, A. Chandrakasan, H. Balakrishnan (2002) An application-specific protocol architecture for wireless micro sensor networks, IEEE Transaction on Wireless Communications, Vol. 1, No. 4, pp. 660–670
- [10] X. N Fan, Y. L. Song. (2007) Improvement on LEACH protocol of wireless sensor network. In Proc. International Conference on Sensor Technologies and Applications, Sensor Comm., pp. 260-264, Valencia
- [11] D. Dembla, H. Shivam (2013) Analysis and Implementation of Improved - LEACH protocol for Wireless Sensor Network (I-LEACH). In: IJCSC, IJ, Vol. 4, No. 2, pp.8-12
- [12] H. Jiman and K. Joongjin: T-LEACH The method of threshold-based cluster head replacement for wireless sensor networks, published in Springer Inf Syst Front, DOI 10.1007/s10796-008-9121-4
- [13] H. Junping, J. Yuhui and D. Liang (2008) A time-based cluster-head selection algorithm for LEACH, Proceedings of the IEEE International Symposium on Computers and Communications (ISCC) pp. 1172-1176.
- [14] D. Zhixiang and Q. Bensheng (2007) Three-layered routing protocol for WSN based on LEACH algorithm, Proceedings of the IEEE Communications conference on Wireless, Mobile and Sensor Networks (CCWMSN), pp. 72-75.
- [15] S. Lindsey and C. S. Raghavendra, (2002) PEGASIS: Power Efficient Gathering in Sensor Information Systems", Proceedings of the IEEE Aerospace Conference, pp. 1125-1130.
- [16] G. Smaragdakis, I. Matta, A. Bestavros (2004). SEP: A Stable Election Protocol for Clustered Heterogeneous Wireless Sensor Networks. Proceedings of Second International Workshop on Sensor and Actor Network Protocols and Applications (SANPA 2004)
- [17] O. Younis and S. Fahmy, "Heed: A hybrid, energy-efficient, distributed clustering approach for ad-hoc sensor networks", IEEE Transactions on Mobile Computing, vol. 3, no. 4, Oct. – Dec. 2004, pp. 366 – 379.
- [18] G. Đukanović, G. Popović (2013), Applying FMEA to multi-tier converged M2M-WMSN, international scientific conference (UNITECH), Gabrovo, Bulgaria.
- [19] S. Banerjee and S. Khuller, "A clustering scheme for hierarchical control in multi – hop wireless networks", in Proceeding of IEEE INFOCOM '01, Anchorage, AK, Apr. 2001, pp. 1028 – 1037.
- [20] S. Bandyopadhyay and E. Coyle, "An energy efficient hierarchical clustering algorithm for wireless sensor networks", in *Proceeding of IEEE INFOCOM '03*, San Francisco, CA, Apr. 2003, pp. 1713 – 1723.

- [21] P. Ding, J. Holliday, and A. Celik, "Distributed energy efficient hierarchical clustering for wireless sensor networks", in Proceeding of IEEE International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems(DCOSS '05), Marina Del Rey, CA, June 2005, pp. 322 – 339.
- [22] X. Li and P. Wan, "Constructing minimum energy mobile wireless networks", in Proceeding of 2001 ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM '01), Rome, Italy, July 2001, pp. 55 – 67.
- [23] Y. Zhang, L.T. Yang, J.Chen, *RFID and Sensor Networks Architectures, Protocols, Security and Integrations*, CRC Press, 2010.



## WIRELESS SENSOR NETWORKS FOR MONITORING LIVING AND WORKING CONDITIONS

**Nikola Petrov, Dalibor Dobrilović, Nikola Mirosavljev, Nebojša Grujić**

*Technical Faculty "Mihajlo Pupin"*

*nikola.petrov@tfzr.rs, ddobri1o@tfzr.rs, mirosavljev.nikola@tfzr.rs, nebojsagrujic7@gmail.com*

**Abstract:** *In this paper will be presented a system for home/office automation „6thSense“. Emphasis is placed on monitoring home and small and medium enterprise (SME) offices and production facilities. The presented system combines advantages of wireless sensor networks (WSN) and Internet of Things (IoT) systems and adopts it to the home and SME environments. This system was implemented for student competition of European universities „Texas Instruments Innovation Challenge (TIIC) 2016“.*

**Key words:** *monitoring, wireless sensor networks, home/office automation, internet of things*

### 1. INTRODUCTION

The system which will be presented in this paper, is designed as a system for home/office automation, as a part of “6thSense” project for student competition of European universities „Texas Instruments Innovation Challenge (TIIC) 2016“. This system is primarily designed to offer monitoring system for home and small and medium enterprise (SME) offices and production facilities. The presented system combines advantages of wireless sensor networks (WSN) [1, 2] and Internet of Things (IoT) [4, 5] systems and adopts it to the home and SME environments. The system monitoring parameters depends on the profile of sensors deployed on the sensor stations. In this particular case, monitoring parameters are temperature, air quality, luminosity and dust making this system suitable for monitoring working conditions in small scale production facilities. The model of a system is general, and allows usage of various wireless sensor network technologies such as: ZigBee [1], Bluetooth Low Energy and sub 1GHz proprietary protocols. The communication capabilities are expanded with the TCP/IP and WiFi communication in order to enable connectivity with enterprise LAN and cloud / IoT systems.

One of the main goals of the system was to design efficient low-cost, low-power and adoptable system for home and SME monitoring of living and working condition. The main driving power was to design flexible system model that can be changed and adopted to the environment and its purpose with usage of most appropriate wireless technologies (e.g. ZigBee or Bluetooth Low Energy).

Below, in this paper will be explained in detail, system implementation with schematics and diagrams and experimental results.

## 2. IMPLEMENTATION

The system is presented in details on Fig.1. Whole system is divided in 5 layers in accordance with the ITU and others IoT architecture models. Those five layers are: sensing layer, access layer, networking layer, middleware layer and application layer. System is primarily focused with its design on first three layers, with small part of the middleware layer. The main components of the system are sensor stations, wall mounted stations and central management unit. Basically, two types of sensor station are designed.

Thick sensor stations (1), based on TI MSP432 [7], mainly designed to be used as a fixed wireless sensor stations and wireless sensor stations mounted on moving objects/vehicles such as forklifts, carts or other inner transportation objects. Thin sensor stations (2) are based on MSP430 and are designed as wearable devices, e.g. to be worn on helmets and suits or working clothes. The general difference between those two types of sensor stations is in less number of sensors for the second type. The fewer number is conditioned with the wearable character of the stations.

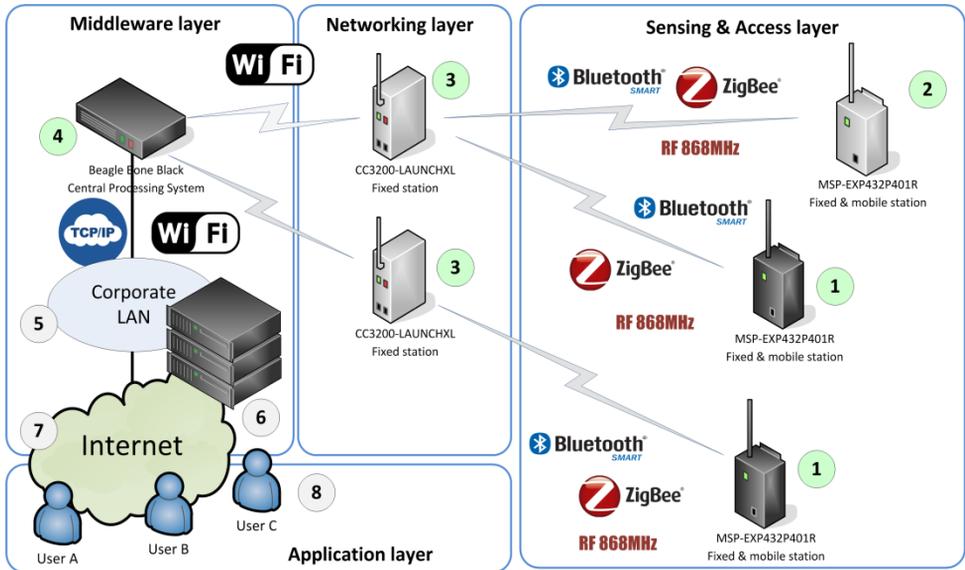
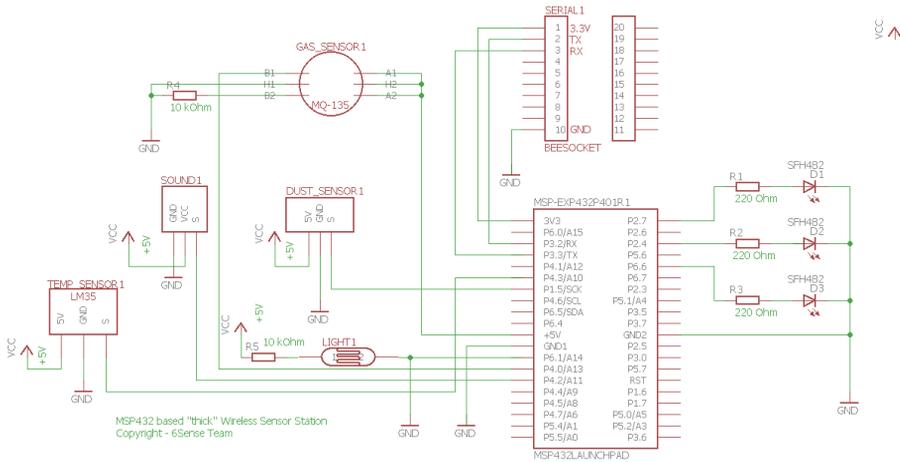


Fig 1. General design of the system

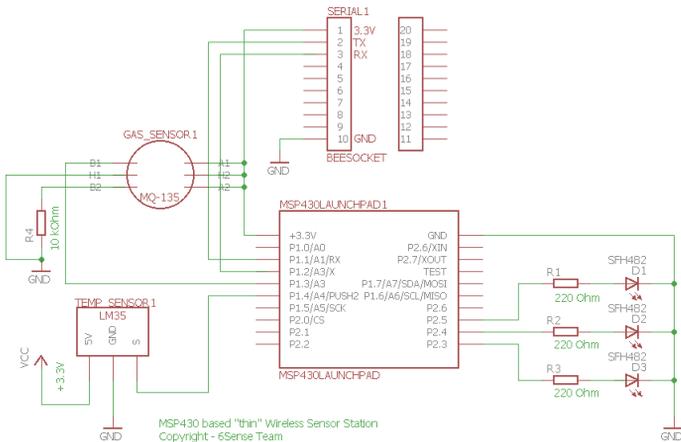
The schematics of the thick sensor station are given in Fig. 2. The configuration of the station is not fixed and can be adjusted for the purpose depending on the monitored room or facility and depending of available sensors.



**Fig. 2.** Schematics of MSP432 based thick sensor stations

The wireless connectivity of the station is enabled using bee socket, a standardized footprint for variety of communication modules (10 pins in two rows with 2mm distance between). The system is tested to work with pairs of: Wavshare Core 2530(B) ZigBee [1] modules (based on TI CC2530), DFRobot BLE-Link Bluetooth Low Energy modules (based on TI CC2540) and Seedstudio RF Bee 868MHz modules (based on CC1100). So, the system is designed to work with standardized socket modules using UART communication. Because of the number of modules required with the number of sensor station prototypes we designed, Digi International XBee Series 2 ZigBee modules [1] are used for majority of system development and testing.

Sensor stations are generally designed to collect sensor data several times in 20 seconds sample interval, and to send average sensor values to the wall mounted stations. In the case of rapid change of some crucial sensor parameters, the sensor station will send message earlier, before the sampling period end.



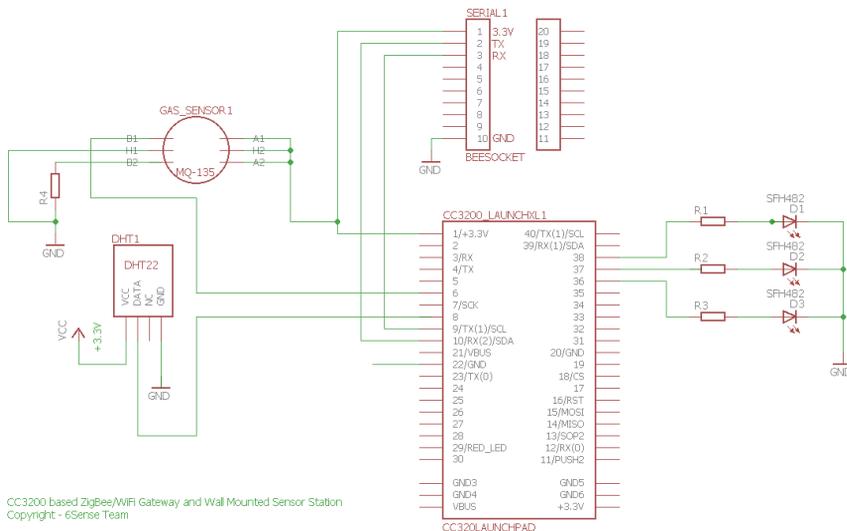
**Fig. 3.** Schematics of MSP430 based thin clients

Thick sensor station on Fig. 2 uses dust, sound, light, temperature (LM35) and gas (MQ-135) sensors and has three signaling LED diodes. Thin sensor station on Fig. 3 uses temperature/humidity (DHT22) and gas sensor (MQ-135).

Wall mounted stations (3) are gateways between WSN and LAN. They are based on CC3200 [6] and have one communication bee socket module to connect with WSN nodes and uses WiFi connection for connecting to the LAN. Wall mounted stations are designed to have few sensors. The schematics of the wall mounted station are given on Fig 4. The station presented on Fig. 4 has gas sensor (MQ-135) and temperature/humidity sensor (DHT22).

The stations are designed to connect to the WiFi network of enterprise upon its start-up. The connection and sensor data sending information are given on the serial port to be used on computer in the case of debugging and monitoring process. The sensor readings are made every time wall mounted station receives data from WSN station.

The two wall mounted sensor stations are deployed in the current stage of the project. Each station is connected to the Digi International XBee Series 2 ZigBee Coordinator module [1]. Each ZigBee coordinator coordinates with different PAN, e.g. first CC3200 [7] coordinates with WSN network with PAN ID 1001, and second one with PAN ID 2001. Both networks operate on different channels. The first one works on channel 26 (2480 MHz), and the second one on channel 22 (2460 MHz). The different channels were chosen to avoid interference and because they are designed to be deployed in different rooms. The channel settings can be changed according to the channel occupancy in the operational area.

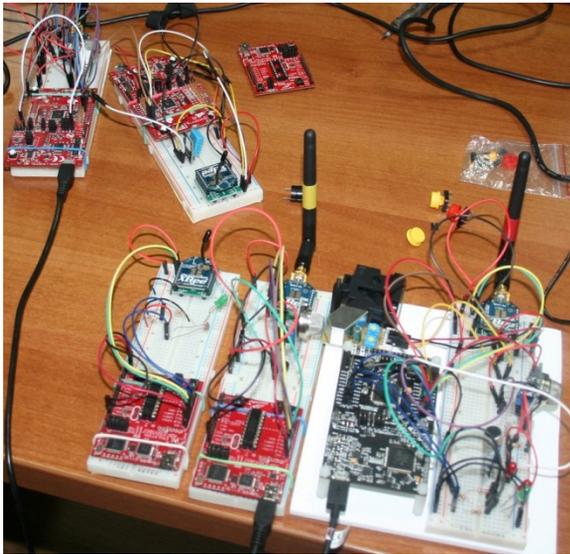


**Fig. 4.** Schematics of CC3200 based wall mounted stations

BeagleBone Black [8] is central unit of the system (4). It uses TP-Link TP-WN722N wireless USB adapter to connect to LAN, Internet and with CC3200 WSN gateways. The main functions of this node are: (i) collection of sensor data with TCP server, (ii) connection to the cloud / IoT system; (iii) data logging / DB storing; (iv) communication with wall mounted and sensor stations in order to make warning or alarm signs. Only first two first are implemented in this phase of project.

The corporate LAN (5), corporate servers (6), Internet (7) and user applications (8) are not part of the system. Only component that partially covers (7) and (8) are data visualization and cloud storage on Thingspeak system. [9]

Part of the system in working and development phase is presented in Fig. 5 with two CC3200 based wall mounted stations, two MSP430 based and one MSP432 based sensor stations.



*Fig. 5. Part of the deployed project components*

### 3. EXPERIMENTAL RESULTS

The whole system is deployed after the development for testing purposes three times in duration of several hours, Test deployment is used for solving the operational problems and bugs. The system operations are given in Fig. 6 showing the Python TCP server activity and CC3200 serial port monitoring and debugging information.

ZigBee network traffic and modules are monitored using Texas Instruments Smart RF packet Sniffer software with CC2531 USB Dongle. The captured traffic is presented in Fig. 7.

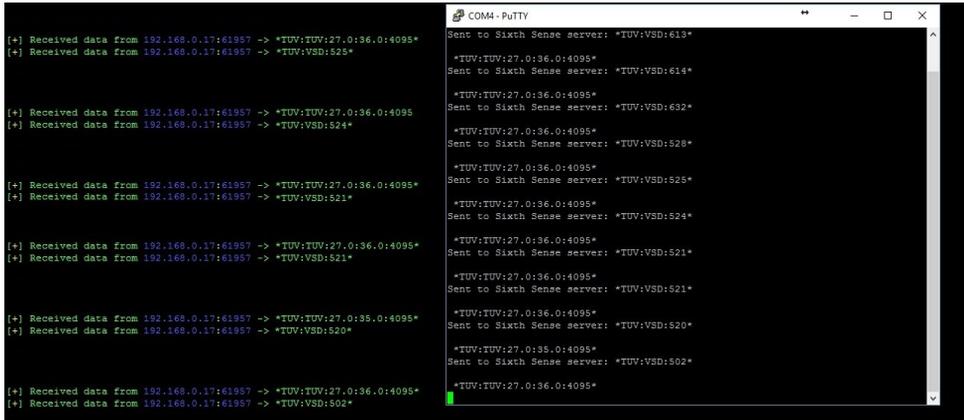


Fig. 6. Screen captures of CC3200 TCP server (left) and CC3200 serial port monitoring/debugging information (right)

Pkts	Time (ms)	Length	Frame control field	Sequence number	Dest. PAN Address	Dest. Address	Source Address	MAC payload	NWK Frame control field	NWK Dest. Address	NWK Src. Address	Broadcast Radius	Broadcast Seqnum	NWK Src. IEEE Address
RX	+1322	32	Type Sec Pnd Ack.req PAN_compt	0	0x1161	0xFFFF	0x5859	*****	Type Version DR HF Sec DR IEEE IEEE	0x0000	0x5859	0x1	0x44	0x0118203405
RX	+1322	32	DATA 0 0 0 1	0x5859	0x1161	0x5859	*****	DATA 0x0 0 0 0 0 0 1	0x0000	0x5859	0x1	0x44	0x0118203405	
RX	+1337	64	Type Sec Pnd Ack.req PAN_compt	1	0x1161	0x5859	*****	*****TUV:VSD:601:26.49**	Type Version DR HF Sec DR IEEE IEEE	0x0000	0x5859	0x1	0x44	0x0118203405
RX	+1337	64	DATA 0 0 1 1	0x5859	0x1161	0x5859	*****	*****TUV:VSD:601:26.49**	DATA 0x0 1 0 0 0 0 1 1	0x0000	0x5859	0x1	0x44	0x0118203405
RX	+1342	3	Type Sec Pnd Ack.req PAN_compt	0	0x1161	0x5859	0x5859	*****	Type Version DR HF Sec DR IEEE IEEE	0x0000	0x5859	0x1	0x44	0x0118203405
RX	+1342	3	ACK 0 0 0 0	0x5859	0x1161	0x5859	0x5859	*****	DATA 0x0 0 0 0 0 0 0 0	0x0000	0x5859	0x1	0x44	0x0118203405
RX	+1347	43	Type Sec Pnd Ack.req PAN_compt	1	0x1161	0x5859	0x5859	*****	Type Version DR HF Sec DR IEEE IEEE	0x0000	0x5859	0x1	0x44	0x0118203405
RX	+1347	43	DATA 0 0 1 1	0x5859	0x1161	0x5859	0x5859	*****	DATA 0x0 1 0 0 0 0 0 1	0x0000	0x5859	0x1	0x44	0x0118203405
RX	+1354	32	Type Sec Pnd Ack.req PAN_compt	0	0x1161	0x5859	0x5859	*****	Type Version DR HF Sec DR IEEE IEEE	0x0000	0x5859	0x1	0x44	0x0118203405
RX	+1354	32	DATA 0 0 0 1	0x5859	0x1161	0x5859	0x5859	*****	DATA 0x0 0 0 0 0 0 0 1	0x0000	0x5859	0x1	0x44	0x0118203405

Fig. 7. TI Smart RF Packet Sniffer ZigBee traffic capture

#### 4. CONCLUSION

After the experimental and test phase, the system worked well and as it is planned in initial period. The platform which is used for the system is proven to be efficient, stable and suitable for usage in the home/SME environments. For the final assessment of the system efficiency the longer experimental work is needed in real home/SME environment. The plan is to continue the work on this project working parallel on implementation of intelligent system for early warning while the components of the system in existing configuration will be deployed for 3 months testing period.

#### ACKNOWLEDGMENT

This paper presents a part of the project named 6thSense. The team of the Technical Faculty "Mihajlo Pupin" - Zrenjanin, participated with this project in the international student competition Texas Instruments TI Innovation Challenge (TIIC) 2016 European Design Contest in the category of Industrial. The team members are: Nikola Petrov (team leader), Nikola Miroslavljev, Nebojsa Grujic and Doc. Dr. Dalibor Dobrilović (team mentor). Part of the equipment used for creation of the system was donated by the company Texas Instruments for the purposes of the competition.

## REFERENCES

- [1] [1] Robert Faludi, *Building Wireless Sensor Networks*, O'Reilly Media, Inc., USA, 2011.
- [2] [2] Edgar H. Callaway, *Wireless Sensor Networks: Architectures and Protocols*, CRC Press, 2004.
- [3] [3] Xian-Yi Chen, Zhi-Gang Jin, —Research on Key Technology and Applications for Internet of Things, *Physics Procedia*, pp. 561-566, Volume 33, 2012.
- [4] [4] Jian An, Xiao-Lin Gui, Xin He, Study on the Architecture and Key Technologies for Internet of Things, 2012 International Conference on Electrical and Computer Engineering, *Advances in Biomedical Engineering*, Vol.11
- [5] [5] Q. Abu Al-Haija, H. Al-Qadeeb, A. Al-Lwaimi, “Case Study: Monitoring of AIR Quality in King Faisal University Using a Microcontroller and WSN”, *Procedia Computer Science*, Vol. 21, 2013, pp 517-521, <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.072>.
- [6] [6] C3200 SimpleLink, a Single-Chip Wireless MCU (Rev. F), Technical document, <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/cc3200.pdf> , February 2015.
- [7] [7] MSP-EXP430G2 LaunchPad™ Development Kit, User's Guide, <http://www.ti.com/lit/ug/slau318g/slau318g.pdf> , March 2016.
- [8] [8] BeagleBone Black Technical Reference Manual, <http://elinux.org/Beagleboard:BeagleBoneBlack>, last visit: 16.09.2016.
- [9] [9] ThingSpeak, 2014. <https://thingspeak.com/>



## MODELING SENSOR DATA IN COMPLEX HIERARCHICAL WIRELESS SENSOR NETWORKS

**Nikola Mirosavljev, Nikola Petrov, Nebojša Grujić**

*Technical Faculty "Mihajlo Pupin"*

*mirosavljev.nikola@tfzr.rs, nikola.petrov@tfzr.rs, nebojsagrujic7@gmail.com*

**Abstract:** *Data received from wireless sensors is not readable by humans in most cases. In order to make it human readable, processing and visualization is required. Results of collected data were visualized on cloud server as graphs and displayed in measurement units readable by humans. Besides brief explanation of sensor data acquisition system, in this paper is described the development of server for collecting sensor data, as well as cloud platform used. Described system is developed for complex system for monitoring living and working conditions in home and small enterprise environments.*

**Key Words:** *Internet of Things, Embedded Systems, Data Analytics, Wireless Sensing, Wireless Sensor Networks*

### 1. INTRODUCTION

6thSense project is designed as a system for home/office automation. This system is primarily designed to offer monitoring system for home and small and medium enterprise (SME) offices and production facilities. The presented system combines advantages of wireless sensor networks (WSN) [1] and Internet of Things (IoT) systems [2] and adopts it to the home and SME environments. The system architecture is presented in Fig. 1.

The system monitoring parameters depends on the profile of sensors deployed on the sensor stations. In this particular case, monitoring parameters are temperature, air quality, luminosity and dust making this system suitable for monitoring working conditions in small scale production facilities. The model of a system is general, and allows usage of various wireless sensor network technologies such as: ZigBee [1], Bluetooth Low Energy and sub 1Ghz proprietary protocols.

The communication capabilities are expanded with the TCP/IP and WiFi communication between CC3200 wireless wall mounted WiFi / ZigBee gateway (3) and central system unit based on BeagleBone Black (4) on Fig. 1 in order to enable connectivity with enterprise LAN (5) and (6) and cloud / IoT systems (7). In order to allow user to monitor sensors, data needed to be processed. In this case, processing was done on a **BeagleBone Black** [3, 4] single-board computer (4).

BeagleBone is a single-board computer that has all required components on it (CPU, RAM Memory, onboard storage, etc.). It has a 1GHz ARM-based CPU, 512MB/1GB of RAM and 2GB/4GB of onboard storage expandable with MicroSD card. It can run a GNU/Linux-based operating system. For this project is used Debian ARM operating system. The main elements of BeagleBone Black board are presented in Fig. 2.

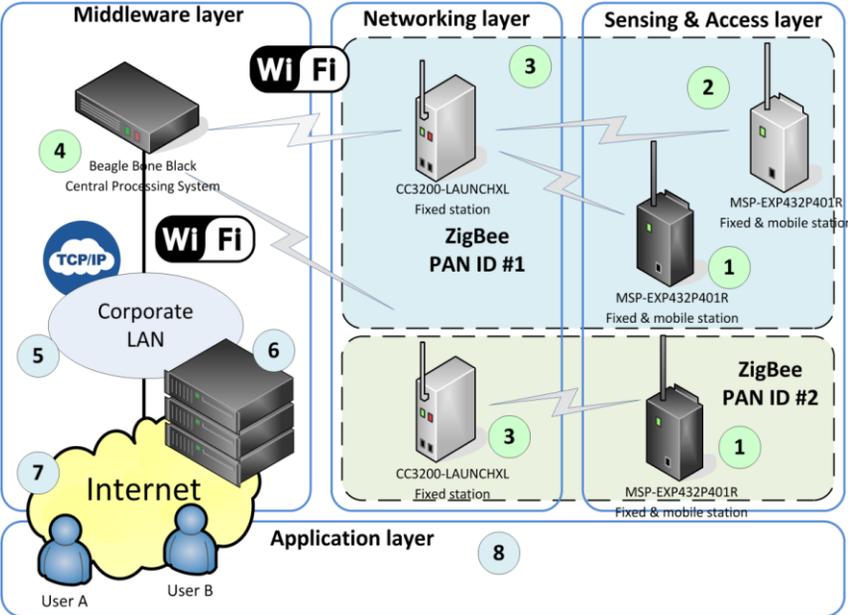
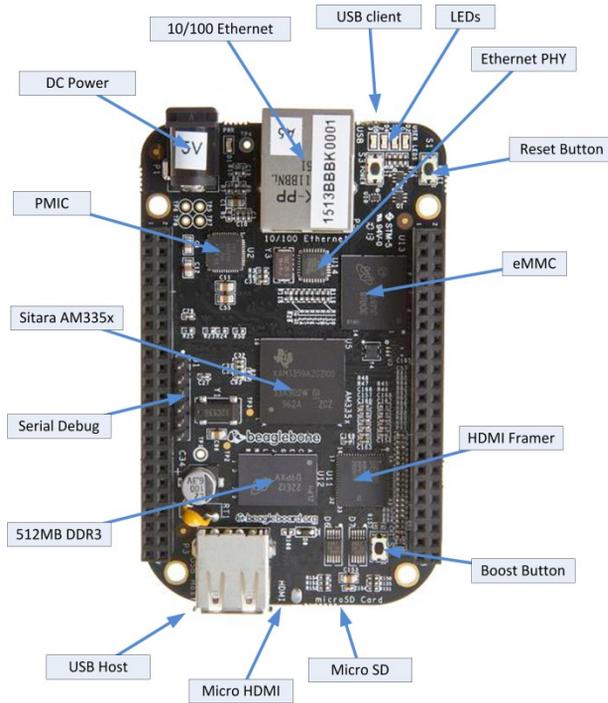


Fig. 1. 6<sup>th</sup> Sense system design



**Fig. 2.** Picture of BeagleBone Black single-board computer  
*(image is taken from <https://en.wikipedia.org/wiki/BeagleBoard> and adopted for use)*

## 2. SENSOR DATA MODELLING

Data Structure in a system is essential in order to functioning properly. Biggest issue is a non-standard data transfer format when it comes about data processing. The data format is somehow defined in advance with the system of data acquisition. Data acquisition is made in sensing layer in this system (Fig. 1). The sensor stations (1) and (2) based on Texas Instruments MSP430 and MSP432 have variety of sensors depending on their location and monitoring tasks. They send collected data using low-range low-power communication technology such as ZigBee or Bluetooth to wall mounted stations based on Texas Instruments CC3200 (3). Each TI CC3200 coordinates one Personal Area with unique Personal ID. The system design supposes that type of collected data as well measurement units can be defined on server side. That's why it is important for each data stream to have three letters SensorStationID or SID determining the sensor station (1) or (2) responsible for collected data. Each coordinator of Personal Area (3) has its own three letters CoordinatorID or CID. In this case, data format is following:

**\*CID:SID:n1:n2:....:nm\***

Again, CID presents a wall mounted station ID or CoordinatorID, SID presents a SensorStationID, where n1, n2, ..., nm are values from different sensors. This kind of data is not too readable for humans. So, data in this format are sent to BeagleBone Black that has a TCP server running and listening on designated port. When it receives a data

package, it breaks it by '\*' sign because one wall mounted station can send data from multiple stations. Server was written in Python programming language [5, 6, 7, 8], and BeagleBone Black is running Debian ARM GNU/Linux distribution.

### 3. TCP SERVER

Processed data is outputted and displayed on screen to allow developers to see data in format shown in a picture bellow. On Fig. 3 are presented two different debugging data formats. One (on the left) is data displayed on BeagleBone, and second (the right side) is TI CC3200 serial monitor output and debugging information. The second one is implemented in program code running CC3200, in order to debug and monitor CC3200 operations. In order to be able to see output debugging data for CC3200, it has to be attached to computer via USB and connected with terminal program such as putty or similar on proper COM port.

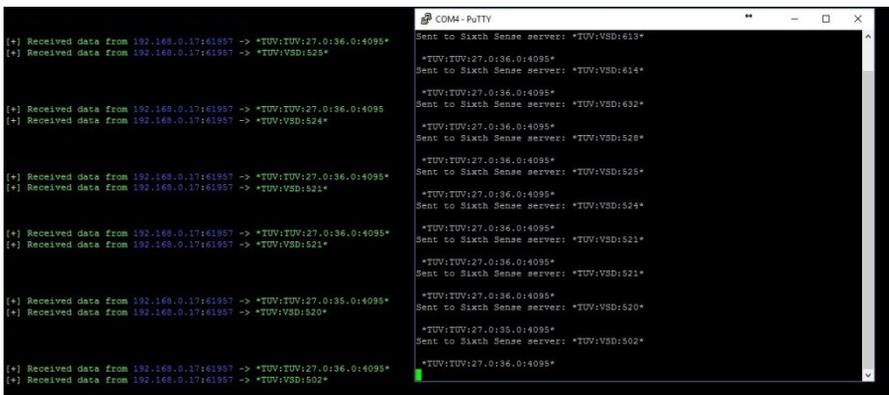


Fig. 3. Data output format on BeagleBone Black (left) and TI CC3200 (right)

Method in Python that handles data parsing is shown in Listing 1:

```
def parse_message(message, ip):
    # Parsing string data received from socket
    parsed_data = [ip, datetime.datetime.now()]
    data_package = message.split('*') # Splitting data for each station

    for data in data_package:
        if data:
            station_data = data.split(':') # Splitting data per each sensor value
            for station in station_data:
                if station[0] == "TUV" and station[1] == "TUV":
                    send_data(station[2], station[3], station[4])
            parsed_data.append(station) # Appending data to a dictionary

    return parsed_data # Returning formatted dictionary with parsed data
```

Listing 1. Python script for TCP server

Code presented in Listing 1 is a method in Python that takes a message and IP address from which the message was sent (in this particular case, IP address of the wall station). Message is a String that is being split by delimiters (:) and later on appended at the end of the dictionary which the method returns. Each node of the dictionary presents one line in CSV file or one HTTP POST request that submits data to ThingSpeak cloud. After data is processed, server stores it in a CSV file that can be extracted for further use. Value for each sensor is stored in a different column for easy filtering and readability. The next phase of research may include sending data to SQL database.

#### 4. CLOUD SYSTEM

In order to make described system part of Internet of Things (IoT) environment the collected data are also sent to cloud server that handles visualization of sensors data. Cloud server used in this situation is ThingSpeak. According to [8], it is an open data platform and API for the Internet of Things. This platform is very effective and easy to use and enables collection, storage, analysis and visualization of data from sensors or actuators. Supported platforms are: Arduino/Genuino®, Raspberry Pi™, BeagleBone Black, and other hardware. The ThingSpeak allows creation of sensor-logging application. The platform is under the Mathworks and has support for data analysis and data processing with MATLAB® code. The core element of ThingSpeak is the channel, which contains the data fields, the location fields, and status field. After creation of a ThingSpeak channel, the data can be written in the fields. One field for each selected sensor in the system is used. [9]

ThingSpeak offers great ability to track data in real time (with minor delay of up to 1 minute). Python TCP server communicates with ThingSpeak by sending HTTP POST request with requested parameters in a request header. As a first parameter, API KEY is passed. API KEY is generated for each channel separately, and it is used to access channel for data submission. All arguments after API KEY are sensors values in format „field1”: „dummyData” where field1 is a name of the chart that will display the received data. Thing Speak has a timeout for sending requests that lasts from 5 seconds up to 1 minute. Example of Thing Speak chart is shown below in Fig. 4.

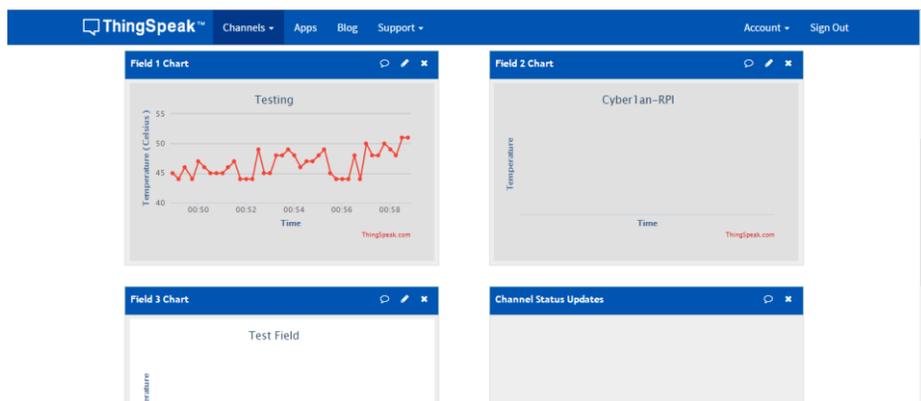


Fig. 4. Data visualization with ThingSpeak

By allowing users to monitor data, they can detect anomalies in sensors readings; even make algorithms that can raise warnings in case of fault in reading. Method in Python that sends HTTP POST request to ThingSpeak cloud is given in Listing 2:

```
def send_data(field1, field2, field3):  
    # Sending data to ThingSpeak Cloud server  
  
    params = urllib.parse.urlencode({"key": API_KEY, "field1":  
field1,  
  
    "field2": field2, "field3": field3})  
  
    f = urllib.request.urlopen(API_ENDPOINT,  
data=params.encode())
```

*Listing 2 Python script for sending data to Thingspeak*

This method takes field data (in this case only 3 fields) that are sent to a cloud. It encodes that data along with API KEY in request header parameters and sorts the data with required labels. After sorting, it forms the request and sends it. In case if ThingSpeak is in his period of pause (delay mentioned before that lasts from 5 seconds to 1 minute), request is ignored.

## 5. CONCLUSION

In this paper is briefly presented the system based on wireless sensor network and Internet of Things technologies designed for monitoring living and working conditions parameters in home and small office environments. System is built as a student project for Texas Instruments organized competition. The focus in this paper is on modeling sensor acquired data and transferred to the central unit of the system. The whole path from data acquiring station, via central unit, to the final destination of data to the cloud system is presented.

Presented technologies used in this research are very suitable for rapid prototyping. The same is with Python programming language and cloud base system ThingSpeak. Python programming language and its efficiency may be doubtful and may be considered by some scholars as a perfect tool for beginners but nothing more. Without having the deeper discussion in this direction Python proved itself as a very fast tool for building rapid prototype server application in systems for Wireless Sensor Networks and Internet of Things environments. Especially for student projects as this one.

ThingSpeak proved to be very efficient tool, especially in this case for creating non-commercial and student projects like this.

## ACKNOWLEDGMENT

This paper presents a part of the project named 6thSense. The team of the Technical Faculty "Mihajlo Pupin" - Zrenjanin, participated with this project in the international student competition Texas Instruments TI Innovation Challenge (TIIC) 2016 European Design Contest in the category of Industrial. The team members are: Nikola Petrov (team leader), Nikola Mirosavljev, Nebojsa Grujic and Doc. Dr. Dalibor Dobrilović (team mentor). Part of the equipment used for creation of the system was donated by the company Texas Instruments for the purposes of the competition.

## REFERENCES

- [1] [1] Robert Faludi, Building Wireless Sensor Networks, O'Reilly Media, Inc., USA, 2011.
- [2] [2] Jian An, Xiao-Lin Gui, Xin He, Study on the Architecture and Key Technologies for Internet of Things, 2012 International Conference on Electrical and Computer Engineering, Advances in Biomedical Engineering, Vol.11.
- [3] [3] BeagleBone Black Technical Reference Manual, <http://elinux.org/Beagleboard:BeagleBoneBlack>, last visit: 16.09.2016.
- [4] [4] Alexander Hiam, Learning BeagleBone Python Programming, Packt Publishing Limited, 2015.
- [5] [5] Dr. M. O. Faruque Sarker, Sam Washington, Learning Python Network Programming, Publishing Limited., 2015.
- [6] [6] Dr. M. O. Faruque Sarker, Python Network Programming Cookbook, Packt Publishing Limited., 2014.
- [7] [7] Brandon Rhodes, John Goerzen, Foundations of Python Network Programming, 3ed, Apress, 2014.
- [8] [8] ThingSpeak, 2014. <https://thingspeak.com/>
- [9] [9] Dalibor Dobrilovic, Stojanov Zeljko, Design of open-source platform for introducing Internet of Things in university curricula, 11th IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics May 12-14, Timisoara, Romania, 2016.



## RAZVOJ BEŽIČNE SENZORSKE STANICE BAZIRANE NA TEXAS INSTRUMENTS MSP430 PLATFROMI

**Nebojša Grujić, Nikola Mirosavljev, Nikola Petrov, Dalibor Dobrilović**

*Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin"*

*nebojsagrujic7@gmail.com, mirosavljev.nikola@tfzr.rs, nikola.petrov@tfzr.rs, ddobriilo@tfzr.rs*

**Apstrakt:** U ovom radu je prezentovan pristup u razvoju bežične senzorske stanice bazirane na Texas Instruments MSP430 Launchpad platformi. Razvoj je vršen sa ciljem kreiranja bežične senzorske stanice kao jedne od osnovnih komponenti veće senzorske mreže, a koja je locirana u sensing layer-u. Celokupan sistem, čija je sastavna komponenta i prezentovana stanica bazirana na TI MSP430, namenjen je za kućnu i industrijsku automatizaciju. Namena sistema je praćenje uslova življenja i rada, kako u stambenim objektima tako i u malim i srednjim preduzećima. U radu je dat kratak opis sistema, detaljan opis komponenti radne stanice i mogućnost daljeg razvoja senzorske stanice.

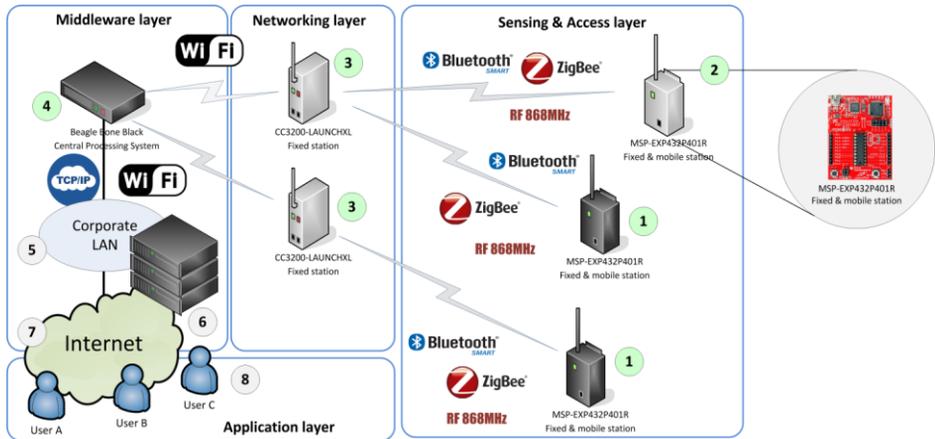
**Ključne reči:** bežične senzorske mreže, senzorske stanice, Texas Instruments MSP430

### 1. UVOD

Razvoj informaciono-komunikacionih tehnologija i elektronike, a prvenstveno ubrzan razvojem bežičnih komunikacionih tehnologija, usloveli su i pojavu novih sistema u oblasti Interneta stvari (Internet of Things) i bežičnih senzorskih mreža (Wireless Sensor Networks – WSN) [1, 2]. Ovi sistemi primenljivi u svim oblastima; industriji, zabavi, pametnim gradovima, kućnoj automatizaciji, medicini i sl. Najveća pažnja, svakako je usmerena na razvoj i primenu ovih sistema u industriji. U ovom radu biće prezentovan pristup u kreiranju bežične senzorske stanice kao osnovne komponente jednog većeg sistema bežične senzorske mreže.

### 2. OPIS SISTEMA

Sistem bežične senzorske mreže je prikazan na slici 1. Namena ovog sistema je da omogućiti praćenje radnih i uslova življenja u malim i srednjim preduzećima i stambenim objektima. Sistem je u potpunosti baziran na jeftinoj, open-source i DIY (Do It Yourself) elektronici i single-board računarima i velikim delom baziran na Texas Instruments komponentama i bežičnoj komunikaciji baziranoj na WiFi, ZigBee [1], Bluetooth Low Energy i Sub 1-GHz tehnologijama. U radu je fokus usmeren ka prikazu razvoja jedne komponente tog sistema, a to je fiksna i mobilna bežična ZigBee senzorska stanica predstavljena brojem (2) na slici 1.

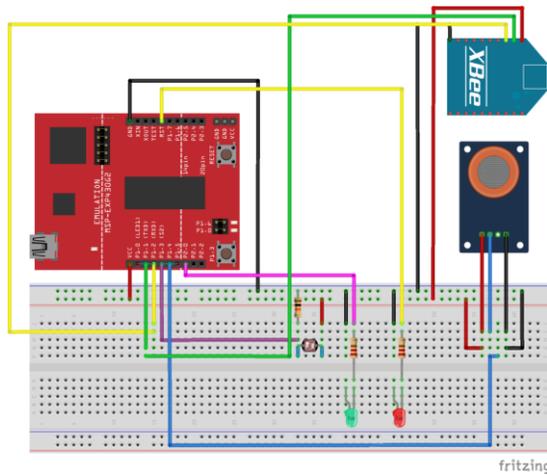


Slika 1. Šema mreže za praćenje radnih i uslova stanovanja u stambenim objektima i malim i srednjim preduzećima

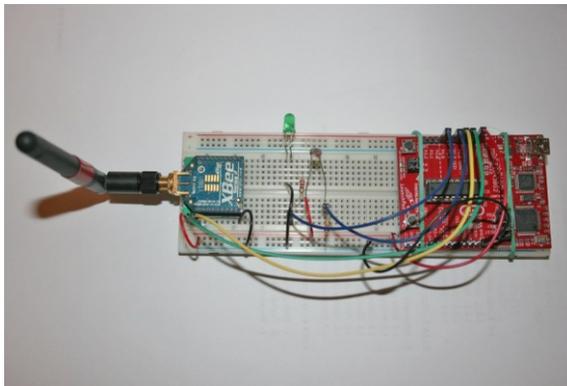
Komponente sistema su bazirane na Texas Instruments MSP432 (1) i MSP430 (2) Launchpad [3, 4, 5] razvojnim pločama. Te ploče se mogu iskoristiti za razvoj prototipova prenosivih uređaja koji poseduju mnoštvo različitih senzora za prikupljanje podataka u realnom vremenu. Texas Instruments CC3200 Launchpad (3) je razvojna ploča sa ugrađenim čipom za bežičnu WiFi komunikaciju. Ova ploča predstavlja most između bežičnih prenosivih uređaja i servera za prikupljanje i obradu podataka baziranog na BeagleBone Black razvojnoj ploči (4).

### 3. OPIS RADNE STANICE

Komponente bežične stanice bazirane na MSP430, prikazane su na slici 2. Te komponente su: XBee modul za bežičnu komunikaciju, MQ-3 senzor za merenje gasova, svetlosna dioda za merenje intenziteta svetla, 2 LED Diode za signalizaciju povezane preko 2 otpornika od 220 oma. Na slici 3. Prikazan je prototip koji je testiran u okruženju prikazanom na slici 1. Šema je urađena u open-source softveru Fritzing [6, 7].



*Slika 2. Šema povezivanja bežične senzorske stanice sa svetlosnim i gasnim (MQ-3) senzorom i ZigBee modulom (šema je rađena u open-source programu Fritzing – <http://www.fritzing.org>)*



*Slika 3. Fotografija operativne MSP430 senzorske stanice sa senzorom svetla, ZigBee komunikacionim modulom, bez gasnog senzora*

Softver za senzorsku radnu stanicu je napisan u Energia IDE okruženju, Texas Instruments varijanti popularnog Arduino IDE okruženja. Instalacija Energia IDE vrši se u dva koraka, prvi korak je instalacija Energia IDE, a drugi korak je instalacija drivera za razvojnu ploču kao što su MSP430, MSP432 ili CC3200 Launchpad. MSP430 razvojna ploča ima tu mogućnost da se veliki deo primera koda koji se koriste u Arduino IDE okruženju lako i jednostavno mogu prilagoditi i koristiti u Energia IDE okruženju. Takođe, Texas Instruments razvojne ploče se mogu programirati pomoću CCS-a (Code Composer Studio) razvojnog okruženja koji prilikom instalacije dolazi sa mnoštvom alata i driverima neophodim za programiranje i nadogradnju razvojnih ploča i njihovog Firmware-a. Jednostavan program rađen u energia IDE koji omogućava čitanje temperaturnog (LMZ35) i gasnog senzora (MQ-3) i slanje očitanih podataka preko

ZigBee mreže, do WiFi / ZigBee gejtveja baziranog na TI CC3200 je prikazan u Listingu 1.

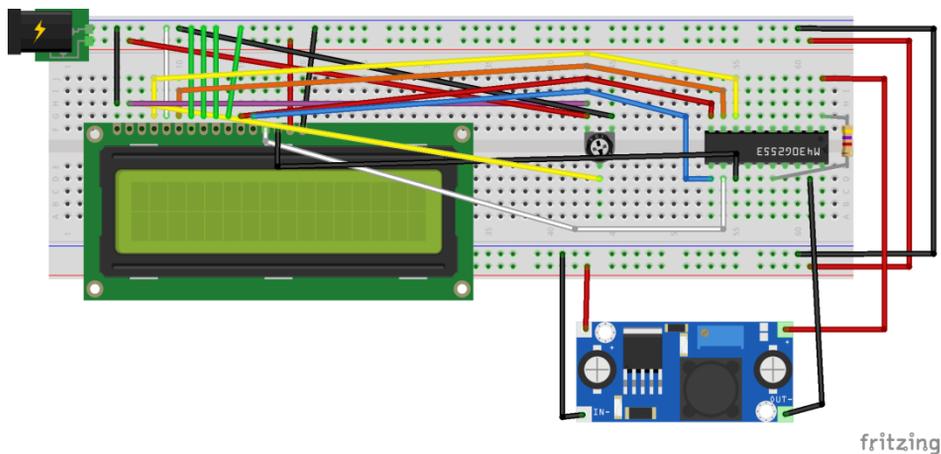
```
/*  
Hardware Required:  
* MSP-EXP430G2 LaunchPad  
  
This example code is in the public domain.  
*/  
  
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop() {  
  
  int gasSensorValue = analogRead(A3);  
  float tempSensorValue = analogRead(A4) / 9.31;  
  Serial.print("*TUV:VSD:");  
  Serial.print(gasSensorValue);  
  Serial.print(":");  
  Serial.print(tempSensorValue);  
  Serial.println("*");  
  
  delay(20000);  
}
```

Listing 1. Jednostavna skripta rađena u razvojnom okruženju Energia IDE koja omogućava osnovnu funkcionalnost TI MSP430 senzorske stanice sa gasnim senzorom (MQ-3) i temperaturnim senzorom LMZ35.

#### 4. RAZVOJ STANICE SA SAMOSTALNIM MSP430 MIKROPROCESOROM

Senzorska stanica se dalje može razvijati u pravcu razvoja stanice bazirane na samostalnom MSP430G2553 mikroprocesoru, bez upotrebe TI MSP430 Launchpad

razvojne ploče. Prvi korak u razvoju takve stanice biće prikazan u nastavku i sastoji se od povezivanja mikroprocesora MSP430G2553, napajanja i LCD displeja.



Slika 4. Šema povezivanja MSP 430G2553 čipa sa LCD displejom

Pored TI MSP430G2553 mikroprocesora i baterijskog napajanja ili strujnog adaptera, neophodna komponenta je i regulator napona koji je potreban da bi vršio konverziju na 3.3V koliko iznosi radni napon MSP430 mikroprocesora. Potrebno je podesiti DC to DC konverter tako da bilo koji ulazni napon do 35 V konvertuje na 3.3 V na izlazu. Na slici 5. prikazan je raspored pinova MSP430G2553.



Slika 5. Raspored pinova na MSP430G2553

Kako bi se MSPG2553 mogao postaviti u samostalan (eng. *standalone*) mod neophodno je povezati pin 1 (DVCC) na logičku granu (S1) koja se nalazi na pinu 16 (RST/NMI/SBWTDI) koristeći 4.7 komh otpornik. Spisak komponenti potrebnih da bi se realizovala stanica sa slike 4. je dat u tabeli 1.

*Tabela 1. Komponente potrebne za povezivanje*

RB	Komponenta
1	Protoboard
2	M430G2553 DIP 20 čip
3	4.7k omh otpornik
4	16x2 LCD Display
5	10k omh potencijometar
6	5.0V napajanje
7	DC to DC konverter
8	Žice za prespajanje više 20 komada
9	MSP430 LaunchPad
10	Energia IDE

U nastavku su dati detalji o povezivanju takvog mikroprocesora sa LCD ekranom, a šema povezivanja je data na slici 4. Za povezivanje LCD displeja potreban je i 10 kOmh potencijometar, koji služi za podešavanje kontrasta LCD displeja. Povezivanje pinova LCD displej-a sa MSP430G2553 čipom po sledećem redosledu prikazano je na slici 4. i u tabeli 2.

*Tabela 2. Povezivanje LCD displeja sa MSP430G2553*

LCD Display 16x2	Breadboard	M430G2553
PIN 1 - VSS	GND	
PIN 2 - VDD	POT. ANODA (+)	
PIN 3 - V0	POT. ADC ~	
PIN 4 - RS		PIN 8 – P2.0
PIN 5 - RW	GND	
PIN 6 - E		PIN 9 – P2.1
PIN 7 - D0	GND	
PIN 8 - D1	GND	
PIN 9 - D2	GND	
PIN 10 - D3	GND	
PIN 11 - D4		PIN 10 – P2.2
PIN 12 - D5		PIN 11 – P2.3
PIN 13 - D6		PIN 12 – P2.4
PIN 14 - D7		PIN 13 – P2.5
PIN 15 - A	VCC (+)	
PIN 16 - K	GND (-)	

Programiranje čipa se vrši tako što se čip priključi na MSP430 LaunchPad, a MSP430 LaunchPad se poveže sa računarom. Startuje se Energia IDE gde se postavljaju osnovna podešavanja. U padajućem meniju se izabere Tools > Board MSP430 ... (m430G2553), pa ponovo Tools : Serial Port (vaš serijski port). Sledeći korak je da se klikom na File > Examples izabere program, koji može biti koji od ponuđenih gotovih programa. Budući da se radi sa LCD displejom izabraćemo Liquidcrystal > Hello World program.

Klikom na upload taster, čip se Flash-uje i posle uspešnog upload-a vraća se čip u kolo gde će se posle uključivanja na LCD displeju prikazati text Hello World.

## 5. ZAKLJUČAK

U radu je dat prikaz pristupa u kreiranju bežične senzorske stanice kreirane na bazi Texas Instruments MSP430 Launchpad razvojne ploče i početak ravoja senzorske stanice na bazi samostalnog mikroprocesora Texas Instruments MSP430G2553. Prikazana senzorska stanica se koristi u okviru jednog kompleksnijeg sistema, projekta pod nazivom 6thSense, a koji je u osnovi dizajniran kao sistem za praćenje radnih uslova i uslova življenja u radnim i stambenim sredinama. Dalji pravci razvoja u ovom radu će se usmeriti ka završetku razvoja prototipa senzorske stanice sa MSP430G2553 mikroprocesorom i dodatkom senzora (gas, temperatura, svetlost, ...) i komunikacionih modula (ZigBee, Bluetooth Low Energy ili sl.).

## ZAHVALNICA

U radu je predstavljen deo projekta 6thSense, sa kojim je tim Tehničkog fakulteta „Mihajlo Pupin“ – Zrenjanin, učestvovao na međunarodnom studentskom takmičenju Texas Instruments TI Innovation Challenge (TIIC) 2016 European Design Contest u kategoriji Industrial. Tim je u sastavu: Nikola Petrov (vođa tima), Nikola Miroslavljev, Nebojša Grujić i Doc. dr Dalibor Dobrilović (mentor tima). Deo opreme na kojoj je realizovan sistem je doniran od strane kompanije Texas Instruments za potrebe takmičenja.

## REFERENCES

- [1] Robert Faludi, Building Wireless Sensor Networks, O'Reilly Media, Inc., USA, 2011.
- [2] Edgar H. Callaway, Wireless Sensor Networks: Architectures and Protocols, CRC Press, 2004.
- [3] John H. Davies, MSP430 Microcontroller Basics, Elsevier Ltd., Burlington, USA, 2008.
- [4] Adrian Fernandez, Dung Dang, Getting Started with the MSP430 Launchpad, Oxford, UK, 2013
- [5] Cem Ünsalan, H. Deniz Gürhan. Programmable Microcontrollers with Applications, MSP430 LaunchPad with CCS and Grace, McGraw-Hill Education, 2014.
- [6] A. Knörig, B. Howell, "Advanced prototyping with fritzing", In Proceedings of the fourth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction (TEI '10), pp 341-344, ACM, New York, NY, USA, 2010.
- [7] A. Knörig, R. Wettach, J. Cohen, "Fritzing: a tool for advancing electronic prototyping for designers", In Proceedings of the 3rd International Conference on Tangible and Embedded Interaction (TEI '09), pp 351-358, ACM, New York, NY, USA, 2009.

## **DEVELOPMENT OF WIRELESS SENSOR STATION BASED ON TEXAS INSTRUMENTS MSP430 PLATFORM**

***Abstract:** In this paper is presented an approach in the development of wireless sensor station based on the Texas Instruments MSP430 Launchpad platform. The development is made with the aim of creating a wireless sensor station as one of the basic components of a larger sensor network, which is located in the sensing layer. The entire system, where the presented sensor station based on TI MSP430 is an integral component, is designed for home and industrial automation. System's purpose is to monitor the conditions of work and living, both in the residential as well as in small and medium-sized enterprises. The paper gives a brief description of the system, a detailed description of the components of the workstation and the possibility of further development of sensor station.*

***Keywords:** wireless sensor networks, sensor stations, Texas Instruments MSP430*



## LEACH PROTOKOL RUTIRANJA U BEŽIČNIM SENZORSKIM MREŽAMA

**Dragana Danilov, Nikola Matković**

*Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", danilov.dragana@gmail.com, matkovicnik09@yahoo.com*

**Apstrakt:** Zahvaljujući napretku u bežičnim senzorskim mrežama, ove mreže se danas široko primenjuju u raznim okruženjima i uslovima. One se sastoje od senzora koji su jeftini i dizajnirani da postiču maksimalne rezultate uz minimalan utrošak električne energije, kako bi produžili maksimalno vreme funkcionisanja bežične senzorske mreže. Jedna od tehnika koja se koristi u rutiranju i omogućavanju da bežična senzorska mreža radi i sa ograničenom energijom je predmet ovog rada. U radu se takođe opisuju prednosti i mane ovog protokola, kao i algoritam koji se koristi pri rutiranju jedne bežične senzorske mreže.

**Ključne reči:** LEACH protokol, bežična senzorska mreža, klaster, čvorovi klastera, glava klastera

### UVOD

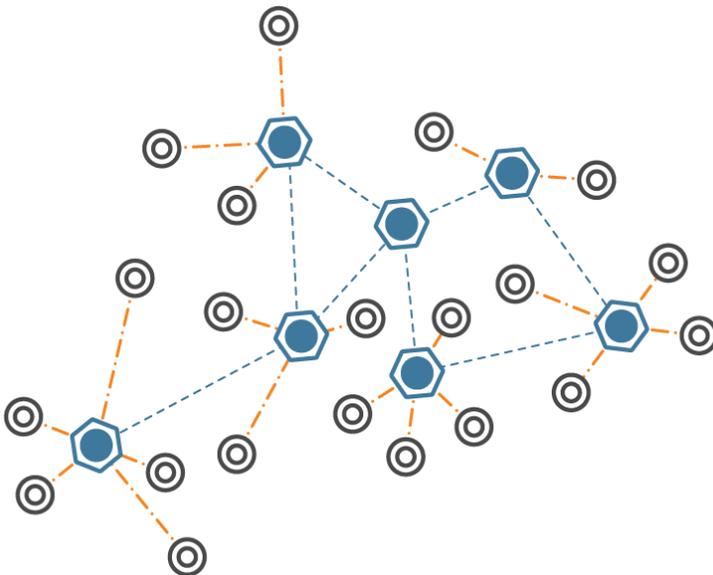
Bežične senzorske mreže (eng. Wireless Sensor Networks) se smatraju jednim od najbitnijih i najmoćnijih tehnologija 21. veka. Bežične senzorske mreže se sastoje od velikog broja senzorskih čvorova i bazne stanice, povezani preko bežične komunikacione mreže, sposobni da obavljaju računarske proračune i operacije. Zbog toga su našle svoju ulogu u brojnim aplikacijama vojne industrije, u raznim tipovima monitoringa (monitoring okoline, građevina i bolnica), industrijskoj i proizvodnoj automatizaciji.

Glavna prednost bežičnih senzorskih mreža je njihova lakoća postavljanja i niske cene instalacije kao i visoka tolerancija na greške i sposobnost pokrivanja velike površine. Ona se prvenstveno koristi radi prikupljanja podataka iz okruženja i slanje tih podataka u baznu stanicu. Kako će se senzorski čvorovi postaviti zavisi, kako od aplikacije, tako i od samog okruženja. Jedan senzorski čvor se sastoji od četiri komponente: senzorske komponente, procesorske komponente, komunikacijske komponente i napajanja. Bežična senzorska mreža nije centralizovana. Između senzora vlada peer to peer sistem komunikacije što omogućava čvorovima da komuniciraju sa drugim čvorovima koji su van njihovog dometa radio signala posredstvom drugih čvorova. Ovo čini mrežu fleksibilnom u pogledu dodavanja novih čvorova.

Postoji tri načina na koja mogu da se postave odnosno instaliraju senzorski čvorovi u nekom okruženju. Standardno instaliranje podrazumeva postavljanje na fiksnim lokacijama, a rutiranje se ostvaruje na predefinisani način te se najviše ovakav način instalacije koristi u industrijskim sektorima i u medicini, kao i u mrežama domaćinstava.

Nasumično postavljanje podrazumeva postavljanje senzora na ograničenoj površini gde su razbacani u svim pravcima te se koriste u operacijama spašavanja kao i za monitoring okoline. Mobilni senzori podrazumevaju mogućnost pomeranja čvorova kako bi se popravili nedostaci instalacije pomoću neke eksterne sile (vozila, vode ili vetra). Ovakav način instalacije se prvenstveno koristi u vanrednim situacijama (tsunamijska ili vulkanske erupcije) kao i za osmatranje vojne zone.

Za bežičnu senzorsku mrežu, najveći izazov jeste energija. Nakon postavljanja, ona obavlja svoj zadatak sa ograničenom količinom energije na raspolaganju, koju često nije u stanju da nadoknadi. Zbog toga, su se razvile tehnike uređenja senzora kako bi se postigao maksimalan rezultat uz minimalan utrošak energije, budući da je glavni nedostatak ovih mreža konstantan gubitak energije zbog stalnog osluškivanja i konstantnog rada čvorova na duži vremenski period. Jedna od tehnika je hijerarhijsko rutiranje, odnosno grupisanje čvorova mreže u klustere koji obavljaju određeni zadatak. U mreži, čvorovi koji se koriste za određeni posao se grupišu u klaster, u kome senzori šalju podatke čvoru za agregiranje podataka, koji zatim prosleđuje te podatke ili do sledećeg čvora za agregaciju podataka ili do bazne stanice gde se ti podaci obrađuju i čuvaju. Na taj način smanjuje se količina redundantne komunikacije sa baznom stanicom i time se doprinosi i ušteda energije. U daljem toku rada se obrađuje jedan od protokola koji se koristi u hijerarhijskom rutiranju – LEACH protokol.



*Slika 1. Primer bežične senzorske mreže – beli kružići predstavljaju senzore a plavi rutirajće čvorove*

## 2. LEACH PROTOKOL

LEACH (Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy) protokol je najpopularniji algoritam hijerarhijskog rutiranja u senzorskim mrežama. Prosto rečeno, LEACH je najefikasnija metoda dinamičke klasterizacije senzora odnosno čvorova u mreži. U ovoj me-

todi, vreme se particioniše na intervale jednake dužine koji predstavljaju cikluse u kojima se LEACH algoritam sprovodi. Svaki ciklus ima po dve osnovne faze. To su faza postavke (set-up phase) i faza stabilnog stanja (steady state phase). U prvoj fazi, se formiraju klasteri i za svaki klaster se određuje glava klastera, dok se u drugoj fazi podaci iz klastera šalju do bazne stanice. Druga faza je vremenski duža od prve.

## 2.1 FAZA POSTAVKE (PODEŠAVANJA)

Tokom faze postavke ili podešavanja, unapred određene frakcije čvorova tj senzora jedne mreže  $p$  se proglašavaju glavama klastera. Izbor glava klastera vrši se u prema funkciji granične vrednosti  $T(n)$ , koja vodi računa o dva kriterijuma: [1]

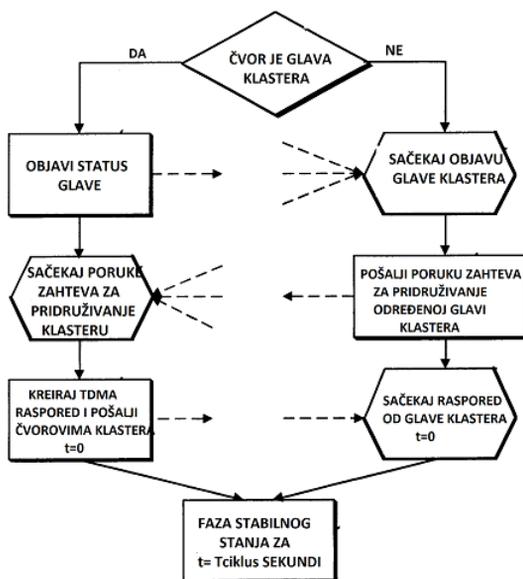
- preostaloj količini energije
- udaljenosti od bazne stanice.

Dakle, čvorovi sa većom količinom energije i manjom udaljenosti od bazne stanice će postati glave klastera. Granična vrednost zavisi od procenta čvorova „kandidata“ za glave klastera  $p$ , trenutnog ciklusa (round)  $r$  i skupa čvorova klastera koji ne mogu postati glava klastera u poslednjih  $1/p$  ciklusa, koji se označava sa  $G$ .

Formula je sledeća:

$$T(n) = \begin{cases} \frac{p}{(1-p(r \bmod \frac{1}{p}))} & \text{ako } n \text{ pripada skupu } G \\ 0 & \text{u suprotnom} \end{cases} \quad (1)$$

Svakom čvoru sa težnjom da postane glava klastera dodeljuje se vrednost između 0 i 1. Ako je taj nasumično odabran broj manji od granične vrednosti  $T(n)$ , onda čvor postaje glava klastera za vreme tog ciklusa. [2,3] Potom, svaki čvor koji predstavlja glavu klastera šalje poruke ostalim čvorovima u mreži kako bi se čvorovi pridružili klasteru te glave. Čvorovi mreže se priključuju u klaster sa najbližom glavom klastera, odnosno sa čvorom sa kojim imaju najjači signal. Čvorovi potom šalju poruke odgovora glavama klastera kojim ih informišu da se priključuju njihovim klasterima. Nakon primanja poruke odgovora, glave klastera zavisno od broja čvorova u klasteru i tipa podataka koji su potrebni sistemu, u kojem je bežična senzorska mreža podešena, pomoću TDMA metode svakom čvoru dodeljuju vreme u kojem može prenositi podatke. TDMA je metoda prenosa podataka kod koje se jedan frekventni pojas (kanal) deli na vremenske intervale koji se obično nazivaju otvorima (slots). U svakom od tih intervala (otvora) prenose se podaci sa jednog čvora. Svakom od čvorova koji dele jedan kanal dodjeljuje se  $n$ -ti vremenski interval, i tako u krug. Na taj način ostvaruje se "višestruki pristup" tom kanalu kao nosiocu podataka.



Slika 2. Leach algoritam - faza podešavanja

## 2.2 FAZA STABILNOG STANJA

Tokom ove faze, čvorovi klastera prikupljaju podatke i šalju ih čvorima koji su glave klastera po unapred određenom TDMA metodu. Glave klastera ove podatke agregiraju i prosleđuju baznim stanicama. Ukoliko broj čvorova klastera postane previše velik, glava klastera bira drugi čvor koji postaje glava tog klastera. Glava klastera izabrana u jednom ciklusu ne može ponovo postati glava sve dok svi ostali čvorovi mreže nisu barem jednom postali glave klastera.



*Slika 3. Leach algoritam - faza stabilnog stanja*

Neke od osnovnih prednosti korišćenja LEACH protokola za rutiranje u bežičnim senzorskim mrežama su:[1]

1. Produžavanje životnog veka (engl. lifetime) senzorske mreže.
2. Glave klastera agregiraju sve podatke odjednom što u velikoj meri smanjuje promet podataka u samoj mreži.
3. Potpuno je distribuiran pa kontrolne informacije bazne stanice nisu potrebne, kao ni informacije o globalnoj mreži.
4. Informacije o lokaciji čvora koji učestvuje u kreiranju klastera nije potrebna.

Pored navedenih prednosti, LEACH protokol rutiranja ima i nedostatke, čijem se prevazilaženju teži prilikom klasterizacije bežičnih senzorskih mreža. Osnovni nedostaci su:[4]

1. Klasteri su podeljeni nasumično što dovodi do nejednake distribucije klastera. Tako, na primer, neki klasteri imaju više čvorova od drugih. Takođe, glava klastera može biti u samom centru klastera ali i ne mora, što može dovesti do povećanja potrošnje energije i imati veliki uticaj na performanse cele mreže.
2. Ako iz nekog razloga, glava klastera otkáže, klaster postaje beskoristan. Ovo se dešava jer podaci skupljeni u celom klasteru nikada ne bivaju poslani baznoj stanici.
3. LEACH protokol ne čuva informaciju o tačnom broju glava klastera u celokupnoj mreži.

### **3. PROBLEM ZAŠTITE LEACH-A**

Kao i bilo koja bežična ad hoc mreža, bežične senzorske mreže su takođe podložne napadima. Pored već poznatih ranjivosti koje su prisutne u svim vrstama mreža, ove mreže imaju dodatne ranjivosti na napade zbog malih i jeftinih senzora koji su izloženi spoljašnjim uticajima, naročito senzori koji nakon instalacije, ostanu nepaženi u okruženju. Oni su izloženi kako spoljašnjim silama i fizičkim oštećenjima nanetim od strane tog okruženja, tako i uticajima i kvarovima nanetih od strane trećih lica. Zbog toga je veoma bitno da bežične senzorske mreže imaju ugrađeni sigurnosni sistem radi zaštite kako bitnih aplikacija, tako i saupljenih podataka.

Iako LEACH protokol obezbeđuje veoma efikasnu komunikaciju između čvorova, i njegov algoritam obezbeđuje efikasno agregiranje podataka do glava klastera, što dovodi kako do povećanje performansi mreže, tako i do uštede energije, ovi čvorovi postaju velika meta svim napadačima. Zbog fokusa na samoorganizaciji čvorova unutar mreže, glave klastera postaju ranjive na broje napade koji su karakteristični za sve mreže. U ove napade spadaju poznati napadi kao što su ometanja i blokiranja komunikacije senzora, spoofing i replay napadi. Takođe ove mreže imaju karakteristične napade koji se fokusiraju na glave klastera. U slučaju da napadač postane glava klastera, svi podaci koji dolaze od senzora postaju dostupni napadaču, kao i mogućnost slanja lažnih podataka baznoj stanici, što dovodi do narušavanja funkcionalnosti celokupne mreže.

Napadi na bežičnu senzorsku mrežu mogu da dođu od spoljnjih i unutrašnjih napadača. U slučaju da postoji kriptografska zaštita mreže, spoljašnji napadi su ređi, ali je mreža i dalje ranjiva na napade koji se odvijaju unutar same mreže. Unutrašnji napadi uglavnom dolaze od unutrašnjih aktera koji su dobili pristup mreži krećom odgovarajućih kredencijala od legitimnih čvorova mreže.

#### **3.1 SYBIL NAPADI**

Većina peer to peer mreža su ranjiva na ovaj tip napada. Napad započinje od strane čvora kojem je pristupio napadač pomoću identiteta drugih legitimnih čvorova. Ovaj napad se teško detektuje, i dovodi do gubitka paketa, ili opterećenja saobraćaja čvorova što dovodi do naglog pada u performansama. Autfentikacija i enkripcija su najbolje tehnike zaštite od ovog tipa napada.

#### **3.2 SELEKTOVANO FORVARDOVANJE**

Jedan od veoma opasnih napada jeste selektovano forvarodanje. Napadač preko čvora kome ima pristup presreće saobraćaj i između određenih čvorova i umesto da dalje forvarduje podatke do drugih čvorova, odbacuje sve pakete i dolazi do kompletnog gubitka podataka. Opasniji oblik ovog napada je ako napadač selektivno forvarduje neke podatke, pa se ovaj napad veoma teško detektuje.

#### **3.3 POPLAVA HELLO PAKETA**

U mnogim protokolima, ponekad je potrebno da čvorovi šalju HELLO pakete susednim čvorovi da bi čvorovi bili spremni za transmisiju podataka. U slučaju čvora kojem je

napadač dobio pristup, dolazi do konstantnog slanja HELLO paketa svim susednim čvorovima i time se postiže zagušenje mreže. Takođe ovo dovodi i do utroška velike količine energije čime se smanjuje životni ciklus celokupne mreže.[5]

#### 4. ZAKLJUČAK

Problem ograničenih energetske resursa senzora u velikoj meri utiče na energetske efikasnost same bežične senzorske mreže. Baš iz ovog razloga danas postoji veliki broj protokola rutiranja čiji je cilj upravo smanjenje potrošnje energije u mreži. Pored toga, problem senzorske mreže jeste i omogućavanje što dužeg rada senzora kako bi se životni vek senzorske mreže produžio što je više moguće. Može se reći da LEACH protokol produžava životni vek bežične senzorske mreže tako što vrši stalno rotiranje uloga prikupljanja podataka, rutiranja i prenosa samih podataka što dovodi do ravnomernog raspoređivanja opterećenja na sve čvorove u mreži. To je osnovna prednost koju donosi korišćenje ovog protokola u bežičnim senzorskim mrežama.

Sa druge strane, nedostatak LEACH protokola koji se ogleda u nasumičnom raspoređivanju glave klastera unutar njega takođe u velikoj meri može da utiče na skraćivanje životnog veka mreže zbog veće potrošnje energije za prenos podataka od čvorova do glave klastera. Takođe, LEACH protokol nije pogodan za rutiranje u mrežama koje se prostiru na velikim geografskim područjima. Ipak i pored svojih nedostataka, LEACH protokol je jedan od najpopularnijih protokola rutiranja koji se danas koriste u senzorskim mrežama bilo kao inicijalni LEACH algoritam ili u vidu njegovih modifikacija i nadogradnji.

#### REFERENCE

- [1] W. Heinzelman, A. Chandrakasan, H. Balakrishnan, "Energy-efficient communication protocol for wireless sensor networks", in: Proceeding of the Hawaii International Conference System Sciences, Hawaii, January 2000.
- [2] J. Gnanambigai, N. Rengarajan, K. Anbukkarasi, Leach and its descendant protocols: a survey, *Int. J. Commun. Comput. Technol.* 1–3 (2) (2012).
- [3] R. Kaur, D. Sharma, N. Kaur, Comparative analysis of leach and its descendant protocols in wireless sensor network, *Int. J. P2P Netw. Trends Technol* (2013).
- [4] M. Bani Yassein, A. AL-zou'bi, Y. Khamayseh, W. Mardini, "Improvement on LEACH Protocol of Wireless Sensor Networks", *International Journal of Digital Content Technology and its Applications* Volume 3- No. 2 (June 2009).
- [5] Karlof, C. and Wagner, D., "Secure routing in wireless sensor networks: Attacks and countermeasures", *Elsevier's Ad Hoc Network Journal, Special Issue on Sensor Network Applications and Protocols*, September 2003, pp. 293-315.

## **LEACH ROUTING PROTOCOL IN WIRELESS SENSOR NETWORKS**

**Abstract:** Thanks to advances in wireless sensor networks, these systems are now widely used in a variety of environments and conditions. They consist of sensors that are cheap and designed to achieve the maximum results with a minimum consumption of electric power in order to extend the maximum time operation of wireless sensor networks . One technique that is used in routing and enabling the wireless sensor networks to work with limited power supply is the subject of this paper. The paper also describes the advantages and disadvantages of this protocol and the algorithm used for routing between wireless sensor networks.

**Keywords:** LEACH protocol, wireless sensor networks, cluster, cluster nodes, cluster head



VIII međunarodni naučno-stručni skup  
Informacione Tehnologije za elektronsko Obrazovanje  
ITeO 2016

Banja Luka, 30. 9 - 1. 10. 2016. godine



## BEŽIČNE SENZORSKE MREŽE ZA NADZOR BAZIRANE NA OPEN-SOURCE HARDVERU

**Milan Malić, Dalibor Dobrilović, Dragica Radosav**

*Technical Faculty "Mihajlo Pupin"*

*milanmalic@outlook.com, ddobrilo@tfzr.rs, dolores023@open.telekom.rs*

**Apstrakt:** *Ukoliko se uzme u obzir nagli rast i razvoj tehnologije bežičnih senzorskih mreža i Internet stvari kao i sve veća popularnost DIY (Do-It-Yourself) elektronike, open-source hardvera i single-board računara može se razmišljati u pravcu objedinjavanja ovih faktora. Ispitivanje upotreba oba faktora može biti veoma zanimljiva u oblasti sistema za nadzor prostorija. Na ovaj način mogu se lako razvijati prototipi sistema na jeftinim platformama koje omogućuju laku i brzu implementaciju novih tehnologija u te sisteme. U radu je predstavljeno nekoliko modela implementacije ovih faktora u pomenutim sistemima.*

**Ključne reči:** *sistemi za nadzor, bežične senzorske mreže, Internet stvari, RFID, video nadzor*

### 1. UVOD

Često se, u realnom životu, susrećemo sa bežičnim sigurnosnim kamerama koje se mogu kupiti u lokalnim prodavnicama. Reč je o uređajima koji se mogu montirati unutar objekta ali, u isto vreme, i koristiti u spoljašnosti. Tako montirani uređaji povezuju se sa bežičnom mrežom i aktiviraju automatski ukoliko se detektuju pokreti u njihovoj blizini. Na žalost, ovakvi uređaji limitirani su sa svojom funkcionalnošću od strane proizvođača, a njihova cena varira upravo od funkcionalnosti koju oni pružaju, za dati model, od nekoliko desetina pa sve do nekoliko stotina evra.

Danas, Internet kakav poznajemo i podaci koji se razmenjuju putem njega u velikoj meri se razlikuju, u odnosu na njegovu početnu funkcionalnost i namenu. Do 2016. godine, očekivan je porast video saobraćaja na 86% globalnog saobraćaja, koji se ostvaruje putem Internet-a, a svakog sekunda 1.2 miliona minuta video sadržaja prolazi kroz mrežu. Na osnovu navedenog, jasno se može zaključiti da video saobraćaj postaje dominantan, a njegovo prisustvo u bežičnim mrežama i prenosivim uređajima sve učestalije. Na ovo ukazuju istraživanja, po kojima se očekuje, da će saobraćaj ostvaren putem wireless mreža i mobilnih uređaja prestići saobraćaj koji se ostvaruje putem žičnih uređaja do 2019. godine.

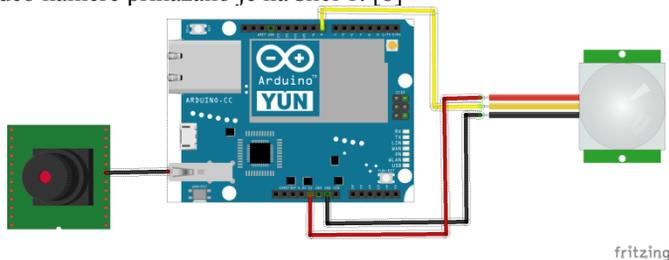
Razvitkom modernih tehnologija kao i sve popularnijem hardverom otvorenog koda, kao što je to Internet of Things (IoT) [1], danas smo u mogućnosti da kreiramo bezbednosne kamere po znatno nižoj ceni i implementiramo ih u okruženju. Po istraživanju, sprovedenom od strane Gartner-a, 6.4 milijarde IoT uređaja biće u funkciji do 2016. godine, a preko 20.5 milijardi do 2020. godine. Takođe, po istraživanju iste organizacije

preko 50% velikih poslovnih organizacija imaće implementiran neki vid IoT kroz svoje sisteme. Stoga, na osnovu navedenog može se zaključiti da IoT uređaji s pravom predstavljaju bitan pravac u razvoju modernih poslovnih organizacija.

Sa druge strane, RFID (Radio Frequency IDentification) tehnologija [2, 3] takođe može biti zanimljiva za implementaciju u okviru sistema senzorskih mreža za nadzor. RFID čitač može biti mrežno povezan uređaj sa antenom koja šalje podatke i komande ka tagovima i karticama. Može se reći da se RFID čitač ponaša kao pristupna tačka za RFID kartice i tagove, tako da podaci sa tagova i kartica mogu postati dostupni poslovnim aplikacijama. U ovom radu je dat prikaz pristupa u upotrebi jeftinog open source hardvera, single-board računara i DIY (Do It Yourself) elektronike za brz razvoj okruženja i prototipa bežičnih senzorskih sistema za nadzor i sigurnost prostorija, sa mogućnošću implementaciju u Internet stvari ili Internet of Things (IoT) okruženjima.

## 2. SISTEM ZA VIDEO NADZOR U IOT OKTUŽENJU

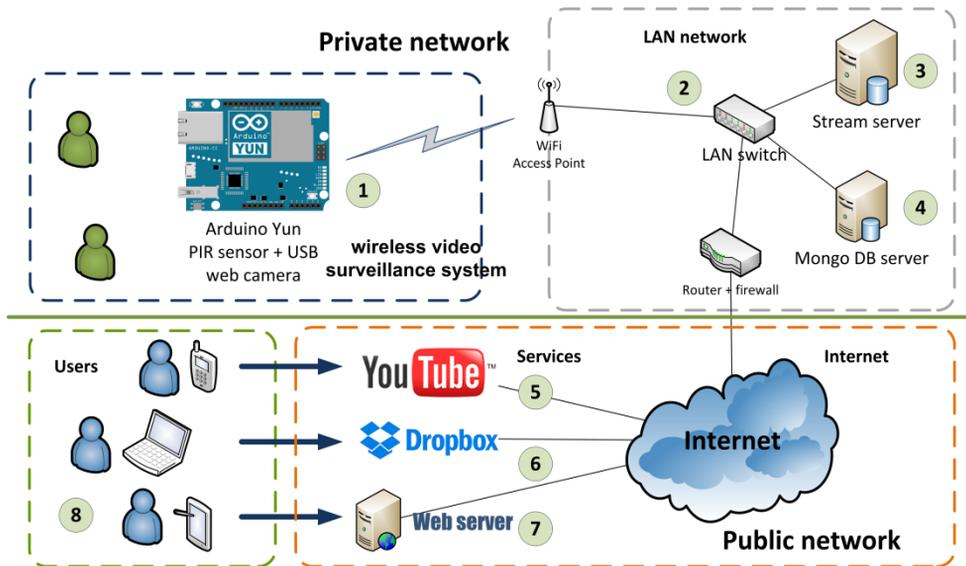
U ovoj sekciji biće prikazana pristup u izgradnji bežičnog sistema za video nadzor koji je baziran na Arduino Yun uređaju, pri čemu će se uz pomoć USB web kamere i Pasivnog Infrared (PIR) senzora za detekciju pokreta kreirati bežična bezbednosna kamera. Takođe, uz pomoć programskih jezika Python, PHP i sistema za skladištenje podataka cloud i NoSQL, prezentovaće se dodatne funkcionalnosti koje ovako kreirana bezbednosna kamera može da ponudi. Povezivanje Arduino Yun single-board računara, PIR senzora i video kamere prikazano je na slici 1. [8]



*Slika 1. Šema povezivanja Arduino Yun uređaja, video kamere i PIR senzora  
(šema je urađena uz pomoć open-source softvera Fritzing – <http://www.fritzing.org>) [8]*

Hardware i tehnologije koje su korišćene za razvoj bežične bezbednosne kamere su: Arduino Yun, Logitech C170 webcam, PIR senzor HC-SR501, wireless TP-Link router 740N, Power Bank, NoSQL MongoDB, Python, PHP, JavaScript, HTML i Linux Ubuntu Server 14.04 x64 za pokretanje Apache2 web servera. Arduino Yun je po mnogim autorima savršena ploča za dizajniranje senzorskih mreža, a naručito ukoliko je reč o projektima IoT. Zahvaljujući OS koji se nalazi ugrađen u ploči, a koji je zasnovan na Linux OS, čini je veoma lakom za rad i veoma moćnim rešenjem u pogledu podržanosti najnovijih tehnologija i programskih jezika. Reč je o mikrokontroler ploči zasnovanoj na ATmega32u4 i Atheros AR9331 procesorima, a što je čini malim potrošačem od svega 5V. Takođe, veoma je važno istaći da OS podržava rad sa najnovijim verzijama Python programskog jezika. Kada je reč o ceni, navedena ploča je veoma pristupačna i može se kupiti danas za 75\$. Stoga se na osnovu navedenog jasno može zaključiti zašto se upravo Arduino Yun koristi kao početno rešenje za mnoge IoT projekte.

Kao što je rečeno, Arduino Yun ploča koristi Linux OS, te je stoga veoma bitno voditi računa o odabiru USB web kamere. Da bi kamera pravilno funkcionisala neophodno je da podržava USB video class (UVC) protokol. Ovaj protokol opisuje USB uređaje koji imaju mogućnost prenosa video signala, a koji su podržani od strane Linux OS. Za potrebe ovog projekta odabrana je Logitechova web kamera C170. Ova web kamera ne samo da je podržana od strane UVC protokola već je i veoma pristupačna i može se pronaći na tržištu za 15\$. Takođe, veoma je bitno istaći da kamera podržava kreiranje slike od 5 megapixelsa kao i prenos video signala u rezoluciji od 640 x 480 piksela.



Slika 2. Integracija Arduino Yun sistema za video nadzor u IoT okruženje [8]

Za detekciju pokreta korišćen je PIR senzor HC-SR501. Jedna od glavnih odlika ovog senzora ogleda se u njegovoj pristupačnoj ceni od 1\$. Takođe, jedna od njegovih glavnih karakteristika jeste maksimalna daljina detekcije pokreta, koja po zvaničnoj statistici proizvođača iznosi 7m. Na slici 2. Prikazana je integracija Arduino Yun single-board računara (1) u kompleksniji IoT sistem. Arduino Yun je povezan preko USB WiFi adaptera sa LAN mrežom. Princip rada je jednostavan, kada sistem detektuje pokret pomoću PIR senzora, video kamera snima pokret u kontinuitetu ili generiše nekoliko frejmova tj. fotografija. Ti frejmovi mogu da se automatski skladište na MongoDB serveru (4) ili lokalnom stream serveru (3) ili nekom drugom udaljenom serveru kao što je web server (7) ili Dropbox (6). Trenutni nedostatak sistema je što sistem radi ili snimanje nekoliko frejmova ili vrši video streaming snimka objekta koji se kreće, ali samo jednu radnju u isto vreme. Video stream se može upload-ovati na YouTube server (5).

Kada je reč o programskim jezicima korišćenim za razvoj bežične bezbednosne kamere, reč je Python i PHP. Oba jezik su otvorenog koda i smatraju se jednim vodećih u oblastima u kojima se koriste. Mnoge poslovne organizacije ih koriste u svojim sistemima

počev od backend i Middle sistema, pa sve do front-end sistema gde PHP zauzima vodeću ulogu.

MongoDB pripada NoSQL BP koji vrše skladištenje podataka na osnovu dokument. Struktura dokumenata u MongoDB kolekciji odgovara JavaScript Object Notation (JSON) objektu. Ipak, prilikom skladištenja dokumenta u kolekciju MongoDB server izvršava serializaciju objekta u binarno enkodovani sistem [4]. Po istraživanjima [5], BSON je efikasniji u skladištenju u odnosu na XML i JSON, jer zauzima manje resursa servera kao i kraće mu je vreme pretrage. Takođe, veoma je bitno istaći prednost koji MongoDB donosi sa sobom, a odnosi se na upravljanje dokumentima. MongoDB server ima ugrađen sistem za upravljanje dokumentima, pod nazivom GridFS. Uz pomoć ovog sistema MongoDB skladišti dokumente u BP.

GridFS skladišti datoteku u dve različite kolekcije, a to su: files i chunks. Osnovna ideja ovog sistema se ogleda u tome da svaka datoteka koja će biti skladištena uz pomoć GridFS bude podeljena u dve navedene kolekcije, pri čemu će files imati tačno jedan dokument koji se sastoji od naziva, imena, veličine, vremena slanja kao i bilo kojih drugih metapodataka postavljenih od strane korisnika. Sadržaj datoteke će biti skladišten u jedan ili više dokumenata u kolekciji chunks (kod PHP implementacije svaki deo skladišti do 256KB podataka). Ovom prilikom, takođe, treba istaći, s obzirom da MongoDB koristi BSON za skladištenje dokumenata, isti ne mogu biti veći od 16 MB.

### **3. IMPLEMENTACIJA RFID SISTEMA NA OPEN-SOURCE HARDVERU**

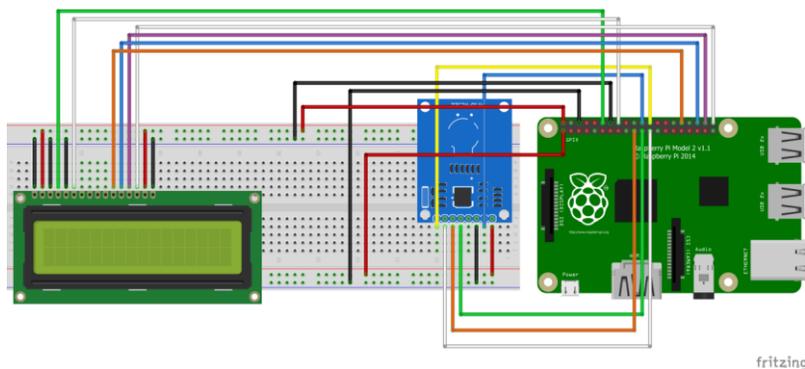
RFID sistem se sastoji iz nekoliko podsistema. Na početku sistema se nalazi sam RFID tag/kartica. Vrednost iz tag-a/kartice se preuzima uz pomoć antene, a potom prosleđuje čitaču koji preuzeti signal obrađuje i pretvara u vrednost. Zatim, putem mrežnog sistema ostvaruje se prenos vrednosti do računara/servera koji analizira datu vrednost i prosleđuje je BP na skladištenje ili, pak, potraživanje nekog podatka na osnovu date vrednosti.

Sada kada je predstavljeno šta je to RFID može se objasniti i njegova primena. Kao što se može pretpostaviti primena može biti u mnogim slučajevima, kao što su: sistemi gde je potrebna unikatna identifikacija, velikim trgovinskim lancima – praćenje proizvoda (artikala), bolnicama i ambulancama – praćenje pacijenata, aerodromima – praćenje prtljaga, RFID senzori za čitanje temperature, pokreta, radijacije, kvaliteta hrane, itd., sistemi u pasošima (veliki broj zemalja kao što su UK, Australija, Finska, Irska ima ugrađen RFID tag u tvrdoj stranici pasoša), korišćenje RFID u bibliotekama, i procesima zamene bar kodova.

Na osnovu navedenog može se zaključiti da primena RFID tag-ova je višestruka, a organizacije koje implementiraju ovu tehnologiju mogu opravdati novonastale troškove uštedama koje ostvaruju upravo RFID sistemom. Isto tako treba istaći da u slučajevima kada se RFID tag koristi u okviru firme isti tag-ovi mogu iznova biti korišćeni po kompletiranju procesa.

Implementacija RFID tehnologije u bežične senzorske mreže upotrebom open-source hardvera može se izvršiti na više načina. Jedan od načina je upotrebom RFID RC522





*Slika 5. Šema prikazuje povezivanje Raspberry Pi B2 uređaja sa LCD ekranom i RFID modulom (šema je urađena u open-source programu Fritzing – <http://www.fritzing.org>)*

#### 4. ZAKLJUČAK

U radu je prikazano nekoliko načina upotrebe open-source hardvera, single-board računara i DIY (Do It Yourself) elektronike u kreiranju sistema za nadzor, a koji upotrebljavaju RFID tehnologiju i video nadzor. Upotrebljena platforma je takva da omogućuje laku implementaciju pomenutih tehnologija u bežične senzorske mreže, a kroz probni rad pokazala se i dovoljno efikasnom.

#### LITERATURA

- [1] Jian An, Xiao-Lin Gui, Xin He, Study on the Architecture and Key Technologies for Internet of Things, 2012 International Conference on Electrical and Computer Engineering, Advances in Biomedical Engineering, Vol.11
- [2] Hervé Chabanne, Pascal Urien, Jean-Ferdinand Susini, RFID and the Internet of Things, John Wiley & Sons, Inc., 2011.
- [3] D. Dobrilovic, Z. Stojanov, B. Odadzic, "Teaching application development for RFID/ZigBee networks using open source hardware," X International Symposium on Telecommunications (BIHTEL), 2014, Sarajevo, 2014, pp. 1-6. doi: 10.1109/BIHTEL. 2014.6987641
- [4] K. Chodorow, MongoDB: The Definitive Guide, O'Reilly Media, USA, pp 389-390, 2013.
- [5] A. Nayak, A. Poriya and D. Poojary, „Type of NOSQL Databases and its Comparison with Relational Databases“, International Journal of Applied Information Systems (IJ AIS), vol. 5, No.4, pp 16-19, March 2013.
- [6] A. Knörrig, B. Howell, “Advanced prototyping with fritzing”, In Proceedings of the fourth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction (TEI '10), pp 341-344, ACM, New York, NY, USA, 2010.
- [7] A. Knörrig, R. Wettach, J. Cohen, “Fritzing: a tool for advancing electronic prototyping for designers”, In Proceedings of the 3rd International Conference on Tangible and Embedded Interaction (TEI '09), pp 351-358, ACM, New York, NY, USA, 2009.
- [8] Milan Malic, Dalibor Dobrilovic, Ivana Petrov, “Example of IoT platform usage for wireless video surveillance with support of NoSQL and cloud systems”, V International conference on Applied Internet and Information Technologies AIIT2016, Bitola, 3-4 June, Macedonia, 2016.

## **WIRELESS SENSOR NETWORKS FOR SURVEILLANCE BASED ON OPEN-SOURCE HARDWARE**

**Abstract:** *Considering sudden growth and development of Wireless Sensor Networks and Internet of Things technologies, as well as raise of popularity of DIY (Do-It-Yourself) electronics, open-source hardware and single-board computers the one can think towards integration of these factors. Research about utilizing both factors can be interesting in area of systems for surveillance of rooms. In this way prototypes of systems can be created on low-cost platforms with ability for easy and fast implementation of new technologies in these systems. In this paper few models of implementation of these factors are presented in described systems.*

**Keywords:** *surveillance system, wireless sensor networks, Internet of Things, RFID, video surveillance*



## DIFFERENCES IN PERFORMANCE FOR WIRELESS SENSOR NETWORK CLUSTERING TECHNIQUES

**Aleksandar Vlaškalić, Uroš Gmizić**

*Technical Faculty "Mihajlo Pupin"  
aleksandarvlaskalic@gmail.com, gmiza@live.com*

**Abstract:** The objective of this paper is to present review of Wireless Sensor Network (WSN) clustering protocols in performance comparison, including LEACH-Centralized, KMeans based clustering, Fuzzy C-Means clustering and Harmony Search Algorithm based clustering. The comparison was done taking in consideration network lifetime, energy consumption and effectiveness of clustering. The end result was that HSA based method performed much better in comparison to LEACH-C, K-Means and FCM protocols in all aspects of almost every performance measurement. The HAS method also introduced some drawbacks. The listed methods include only the intra cluster distance of members while clustering. Problems were also identified in protocols where large variations were found in the cluster sizes during a round of the algorithm. A-CP protocols were compared taking into consideration data delivery process for various realistic topologies. The performances of these protocols were analyzed and simulations performed. Due to that the data delivery of these protocols are not uniform and clusters are not covering the deployment field in uniform way.

**Key Words:** Wireless, Clustering, Techniques, Performance, LEACH-C, FCM, Harmony Search

### 1. INTRODUCTION

Information sharing and stable data transfer are encouraged by fast growing communication technology nowadays. Different generation types of applications of networking technologies and applications are developed in purpose of automatic data gathering, computation and compilation.

A group of wireless network sensors represent one major application that is used for deploying and gaining thousands of sensor nodes that gather various information, which is of importance to the environment conditions.

That information is computed and sent to an external Based Station or node. There are two ways for creating a sensor wireless network:

- Manual deployment
- Random deployment

Fault tolerant and maintenance free network is a result of these two types of deployments.

Wireless sensor network nodes rely on batteries so it is of great importance to store energy so the lifetime of the network is extended. Researches led to node energy reduction which has greatly increased the lifespan of the wireless sensor network.

There are two categories of sensor networks:

- Time-driven
- Event-driven

The first category is appropriate for applications which require data monitoring one in a while. The nodes in this network sometimes change their sensors and transmitters, sense the environment and perform data transmission at constant periodic time intervals. Therefore snapshot of attributes are made available at regular intervals. The second category triggers external events which obtains data and transmits it to the base station.

Wireless sensor networks are very useful in emergency operations such as search/rescue/alert during natural disasters like earth quake, forest fire, flood etc. For example, sensors are deployed over a wild fire in a forest, from an air-plane. They collectively produce a temperature map of the area or determine the perimeter of areas with high temperature that can be accessed from the outside. The major factors that favor wireless sensor networks for such tasks are self-configured of the system with minimal overhead, independent of fixed or centralized infrastructure, the nature of the terrain of such applications, the freedom and flexibility of mobility, and the unavailability of conventional communication infrastructure. Wireless sensor nodes are often deployed for monitoring of vehicles, animals, machines, medical purposes, environment studies, structural health etc. [1]

Computation and transmission in a wireless environment with reliability is highly difficult due to limited energy supply. Porting of sophisticated network protocols are restricted due to limited computation capabilities as well as wired networks where nodes are fully loaded in terms of resources.

For time-constrained applications, bounded latency is yet another constraint. To deal with these constraints, sensor networks need highly customized routing protocols. Routing protocols specifically designed for sensor networks highly depends on application requirements. Major categories are:

- Data centric
- Hierarchical
- Location based

## **2. CLUSTERING TECHNIQUES**

In order to make robust, fully scalable and energy saving application clustering techniques have become a mandatory technology which ensures efficient network operations. The most valuable research is considered to be the network resource energy conserving.

Many contributions have been made in order to minimize energy consumption during communication. The process called “convegecast” is used to route data from a node to a sink node. More energy is spent on data transmissions in comparison to data processing. Using a technique called “aggregation” collects local data at the intermediate

nodes and then forwards the aggregated data. Basically methods which are used for data aggregation are synchronized with the packet flow in the network. Researchers have been designing protocols which ensure network processing with parallel packet routing. These protocols can be divided into two categories:

- Tree based aggregation
- Cluster based aggregation

The negative side of the tree based aggregation is latency which occurs when a large number of nodes are present. The latency can be reduced by applying clustering techniques. Base station is notified with aggregated data by every cluster. Sensor nodes are grouped within a network into different kind of regions communicated via messages using cluster based data aggregation technique. One node behaves like a cluster-head and sends out messages towards other nodes using the round robin algorithm. Sensors become a part of the group depending on the signal strength.

Popular protocol that is used in hierarchical routing related work is LEACH which tries to minimize energy loss. It is a technique in which energy is stored because cluster heads are picked for data transmission and no other nodes. The algorithm operates in a loop until all the nodes are expired. Every round has two phases:

- Setup phase (clusters are organized)
- Steady-state phase (data is transferred to sink)

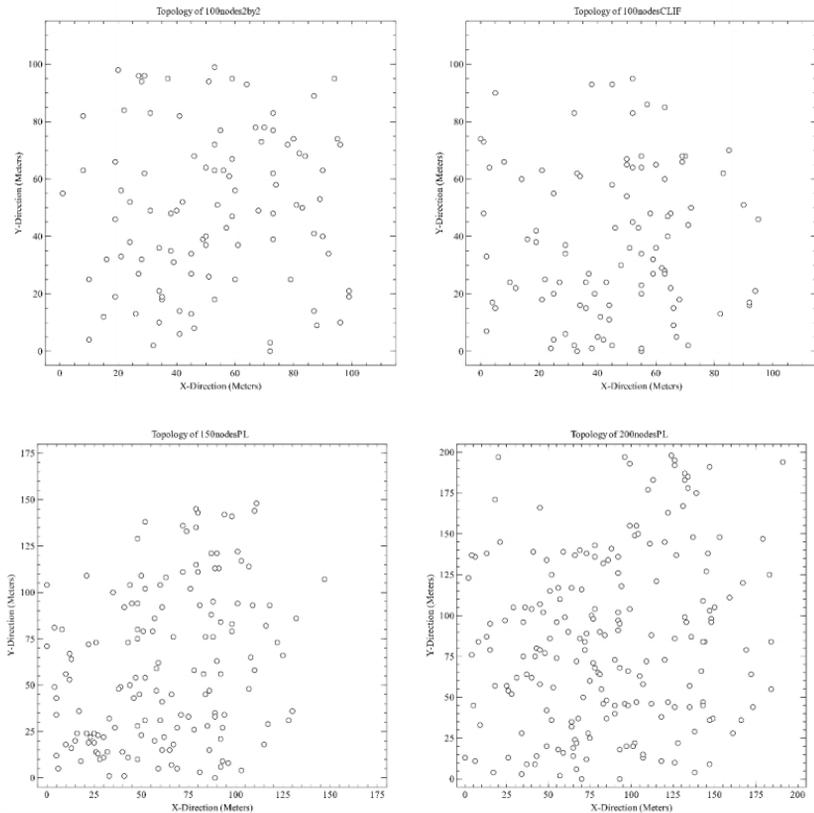
LEACH protocol also has throwbacks including non-uniform clustering. Using the LEACH Centralized (LEACH-C) algorithm clusters can be better produced. Both algorithms have the same steady-state phase, but on the other hand in the setup phase of LEACH-C all nodes provide geo details and the energy level to the base station. The next step is the average network energy calculation where base stations assign cluster-head roles to the members. These members must have the energy level above the threshold for the current round. Eventually base stations find clusters which use the simulated annealing algorithm. Non cluster head nodes usage is controlled by LEACH-C, by creating clusters so that the cluster head and members are as close as possible. Members get assigned to clusters by an optimized algorithm, so that the total sum gets reduced between all member nodes and the candidate cluster-head. When the algorithm finishes the base station produces messages that contain cluster-head IDs for each node. Based on the received ID nodes determine if they have the role of a cluster head or not. If a node is not designated as cluster-head, it determines its TDMA slot for data transmission and changes the operating mode to sleep state until the desired TDMA slot is available to transmit data. [2]

### **3. SIMULATIONS AND ANALYSIS**

The previously discussed protocols are simulated and tested with random uniform topologies. The node deployment optimization can only be applied when the conditions are met, like plain surfaces, open grounds or inside buildings. Taking into account the conditions, the nodes can only be put in a way that the number of required nodes remains under control, on the other side when the conditions are unknown (mountains, forests) simple topologies may not work. Deployments in totally devastated environments should be fast and unorganized by nature, different kind of deploying should be adopted here.

The tool that is used for making realistic WSN topologies is called “GenSen”. Several topologies have been created for 50 sensor nodes to 200 sensor nodes, with BS location varied from center to 50,175 in the field. The types of deployment are as follows:

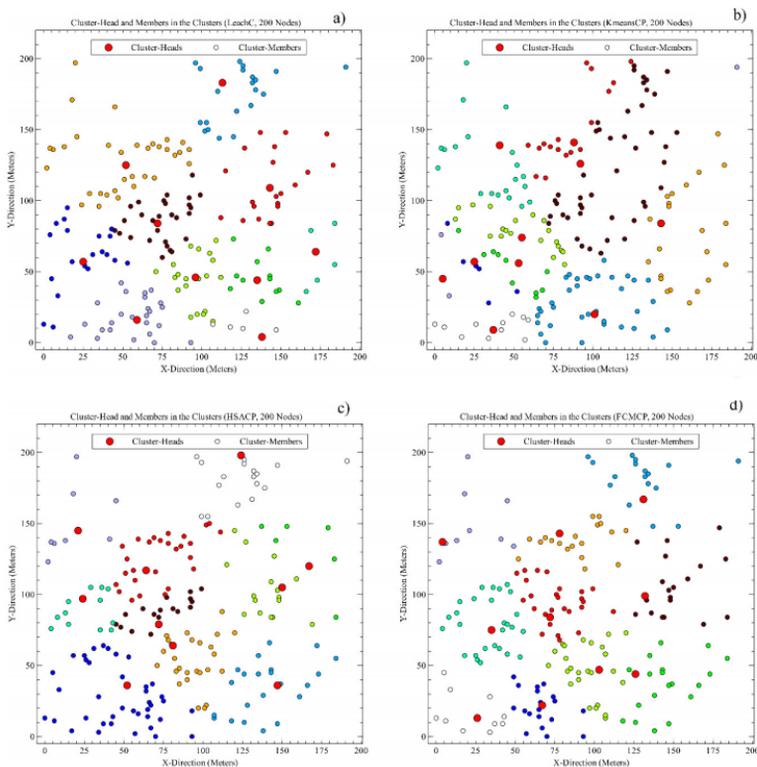
- One-by-One: Nodes are dropped one by one separately. The deployment is done with the estimation between the nodes being thrown individually. Node position is actually not used during this type of deployment.
- Two-by-two: This strategy differs from the previous one only in number. Here, two nodes are dropped together in the field.
- Three-by-three: This method is similar to one by one and two by two, but the number of nodes are three here.
- Cliff: In this method, nodes are dropped from higher altitude. The area is far below from the point from where the nodes are to be dropped. It may be compared with nodes dropped from a flying object high in the air.
- Propellant: Sensors are dropped in the area to be monitored with the help of a propellant. All nodes are dropped at the same time. The propellant drops the sensors nodes in the center of the area to be monitored.[1]



**Figure 1.** Topology Plot a) 100 Nodes 2 by 2; b) 100 Nodes Cliff; c) 150 Nodes Propellant d) 200 Nodes Propellant

Figure 1 shows various realistic topologies for variety of deployments like 100, 150 and 200 nodes for 2 by 2, Cliff and Propellant topologies. It may be observed that part b, c and d in figure 1 show the concentrated deployment in particular region of the deployment field, with the Cliff and Propellant topologies.

The protocols LEACHC, KMeans-CP, FCM-CP, HSA-CP were implemented in ns-2 with TCL and C++. The simulations were carried out for 50 nodes to 200 nodes, with different BS locations. The protocols were simulated against the realistic topologies discussed in section 3. Figure 2 shows the snapshot of cluster formation process. Each protocol elects five percentage nodes of the alive nodes in the network.



**Fig. 2.** Clustering for Propellant Topology with 200 nodes a) LEACHC; b) KMeansCP ; c) HSACP; d) FCMCP

#### 4. CONCLUSION

For the purpose of showing realistic topology deployments the different types of clustering protocols LEACHC, KMeansCP, FCMCP and HSACP were compared. Almost identical types of clustering effects are made by HSACP and FCMCP, on the other hand in long terms analysis reveal that HSACP performs much better comparing the other three protocols for data delivery. For unknown deployment conditions HSACP has shown a very good amount of reported data.

## REFERENCES

- [1] [1] Mohammad Ilyas and Imad Mahgoub, "Handbook of sensor networks : compact wireless and wired sensing systems", Book, Chapter 1 & 6 CRC Press, 2005.
- [2] [2] Gaurang Raval, Madhuri Bhavsar, Nitin Patel, "Analyzing the Performance of Centralized Clustering Techniques for Realistic Wireless Sensor Network Topologies", 3rd International Conference on Recent Trends in Computing 2015.

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна и универзитетска библиотека  
Републике Српске, Бања Лука

37.018.43:004.738.5(082)(0.034.4)

МЕЂУНАРОДНИ научно-стручни скуп Информационе технологије  
за е-Образовање ИТеО (8 ; 2016 ; Бања Лука)

Zbornik radova [Електронски извор] = Proceedings / VIII  
међународни научно-стручни скуп Информационе технологије за е-  
Образовање ИТеО, Бања Лука, 30.9 - 1.10.2016. ; urednici Gordana  
Radić, Zoran Ž. Avramović. - 1. izd. - Banja Luka : Panevropski  
univerzitet Apeiron, 2016 (Banja Luka : CD izdanje). - 1 elektronski  
optički disk (CD-ROM) : tekst ; 12 cm. - (Edicija Informacione  
tehnologije = Information technologies ; knj. 20)

Sistemska zahtjevi nisu navedeni. - Nasl. sa naslovnog ekrana. - Radovi  
na srp. i eng. jeziku. - Tiraž 200. - Bibliografija uz sve radove. - Rezimei  
na eng. jeziku uz većinu radova.

ISBN 978-99955-91-96-0

COBISS.RS-ID 6139416

SPONZORI:



**teleklik.d.o.o**  
Usluge u informatici i telekomunikacijama



**Microsoft**

ISBN 978-999-55-91-96-0



9 789995 591960