

# Bežični ruteri kao web serveri u „pametnim“ kućama

Ognjen Bjelica

Laboratorija za embedded sisteme  
Elektrotehnički fakultet u Istočnom Sarajevu  
Bosna i Hercegovina  
ognjen.bjelica@etf.unssa.rs.ba

*Sadržaj*—Automatizacija kuća postaje sve popularnija tema kako u industriji tako i u širim naučnim krugovima. Obično komercijalna rješenja zahtijevaju izdvajanje dodatnih sredstava za nabavku server računara. U ovom radu upoređene su performanse standardnih personalnih računara, namjenskih server računara i jeftinih bežičnih rutera u ulozi web servera.

*Ključne riječi*—Automatizacija kuća; pametne kuće; web serveri; OpenWRT; benchmark; bežični ruteri; embedded;

## I. UVOD

Nekada su se „pametne“ kuće bile zastupljene samo u naučno-fantastičnim filmovima i doskoro su se njima bavili samo pojedinci. Danas se sve veći broj istraživača, instituta i firmi bavi automatizacijom kuća [1]. Do sad su predstavljena brojna rješenja, korišćeni različiti komunikacijski medijumi, različiti standardi i sl. Sva ova rješenja imaju dobre i loše strane, ali uglavnom sva imaju potrebu za jednom centralnom jedinicom – serverom koji će komunicirati sa uređajima i sa korisnicima. Uglavnom se za ovu namjenu koriste personalni računari ili namjenski server računari. Izuzetno mali broj rješenja za ovu namjenu koristi neku vrstu embedded računara. Postoji ogroman broj embedded računara koji bi se mogli iskoristiti za ovu namjenu, a neki od najpoznatijih su (FriendlyARM, RaspberryPi, BeagleBoard i dr.) [2-4]. Ovi embedded sistemi imaju izuzetne performanse, podržavaju veći broj operativnih sistema (OS), imaju ogroman broj interfejsa za komunikaciju sa ostalim uređajima i sl. Njihove cijene, upoređenu sa cijenama personalnih računara i namjenskih server računara su dosta niže. Naravno cijenu samog uređaja, pored korištenih komponenti, diktira količina u kojoj se uređaj proizvodi, konkurencija i potražnja. Zbog toga bi ovi sistemi mogli biti jeftiniji. U nekim projektima njihove cijene mogu biti neprihvatljive. Kao zamjena za ove sisteme mogu se, u određenim situacijama, koristiti bežični ruteri. Prednost bežičnih rutera ogleda se u lakoj dostupnosti, niskoj cijeni, finalnom proizvodu i sl. Nedostatak korišćenja rutera u ove svrhe ogleda se u tome što nije riječ o otvorenim sistemima i obično ih je teško koristiti kao embedded sisteme opšte namjene (zahtijevaju dosta hardverskih modifikacija-prepravci), ali se mogu izuzetno lako koristiti kao Linux računari opšte namjene.

U okviru ovog rada urađen je benchmark pomenutih servera, kako bi se mogle uporediti performanse izvršiti optimalan izbor servera za konkretnu namjenu.

## II. OPENWRT

Za bežične rutere postoji dosta zamjenskih firmware-a koji omogućavaju dodavanje dodatnih funkcija, a najpoznatiji su DD-WRT, OpenWRT i Tomato. Ovi firmware-i su uglavnom bazirani na Linux-u i imaju veliki broj već prekompajliranih programa [5]. Za potrebe pisanja ovog rada izabran je OpenWRT, kao firmware sa izuzetno velikim brojem podržanih uređaja, dostupnih paketa/programa koji se mogu instalirati kao na standardnom računaru sa Linux OS i velikom zajednicom. Potrebno je napomenuti da iako OpenWRT podržava izuzetno veliki broj uređaja ipak ih ne podržava sve, kao što to ne podržava ni jedan drugi zamjenski firmware. Zbog toga je prije kupovine rutera potrebno provjeriti na zvaničnom sajtu OpenWRT-a da li je moguće instalirati OpenWRT na željeni ruter [6]. Sam proces instalacije OpenWRT-a je detaljno opisan uz svaki ruter na zvaničnom sajtu. Takođe, na istom sajtu se mogu pronaći i brojna uputstva za konfigurisanje pojedinih programa. Ovdje treba napomenuti da su uglavnom sva podešavanja ista kao za personalne računare uz izuzetak instalacije neophodnih dijelova jezgra OS. Naime, da bi slika OpenWRT-a zauzimala što manje memorije, izbačeni su svi dijelovi jezgra koji nisu neophodni.



Slika 1. Bežični ruter TP-Link TL-WR1043ND – pogled sa prednje i zadnje strane.

### III. TESTIRANJE

Za potrebe testiranja izabran je bežični ruter TP-Link TL-WR1043ND srednjeg cjenovnog ranga – Sl.1. Performanse ovog uređaja iste su kao i duplo jeftinijih uređaja istog proizvođača (posjeduju isti procesor i istu količinu RAM memorije), ali ovaj uređaj ima izveden JTAG konektor za programiranje i konektor za serijski port koji omogućavaju reprogramiranje rutera u slučaju da proces instalacije ne uspije. Takođe, ovaj ruter ima izveden USB 2.0 port. Treba napomenuti da su moguće hardverske modifikacije pojedinih jeftinijih rutera da im se dodaju ovi dodatni interfejsi. Na ovaj ruter instaliran je OpenWRT [7], proširena mu je flash memorija USB flash stikom. USB flash stik je formatiran tako da su kreirane dvije particije jedna za podatke, a druga za swap. Omogućena je instalacija dodatnih programa na USB flash stik. Pregled web servera koji se mogu instalirati na OpenWRT dat je u [8]. Najzastupljeniji web server na Linux platformama je zasigurno Apache, međutim ovaj server zahtjeva dosta memorije, tako da nije pogodan za instalaciju na uređaje sa malim i ograničenim memorijskim resursima. Kao zamjena izabran je Lighttpd server [9-10].

Na personalni računar DELL Optiplex 755 (servisna oznaka: 57KGF3J uz nadograđenu memoriju na 2GB) – Sl. 2., instalirani su sledeći operativni sistemi:

- Windows 7 x86 sa SP1
- Windows Server 2012 RTM
- Ubuntu 12.10
- Ubuntu Server 12.10

Na svaki od pomenutih, tek instaliranih, OS-a instalirani su najčešće korišteni web serveri za konkretne platforme. Tako je na Windows Server instaliran IIS sa dodatkom za PHP, na Ubuntu Desktop i Server je instaliran LAMP, dok su na Windows 7 instalirana dva web servera IIS i wamp. Ovdje treba napomenuti da su podešavanja svih instalacija ostavljena na podrazumijevanim, tako da nisu vršene nikakve optimizacije samih podešavanja.



Slika 2. Personalni računar DELL Optiplex 755.

Na profesionalni server HP ProLiant DL380G7T (proizvod broj: 639890/425) – Sl. 3., instalirani su sledeći operativni sistemi:

- Windows Server 2012 RTM
- Ubuntu Server 12.10

Na ove OS instalirani su IIS sa dodatkom za PHP i LAMP respektivno.



Slika 3. Personalni računar DELL Optiplex 755.

Svi pomenuti uređaji/konfiguracije u ulozi web servera testirani su pomoću laptopa HP ProBook 4710s (proizvod broj: NX629EA#BED uz nadograđenu memoriju na 4GB) – Sl. 4., na kome je instaliran Ubuntu 12.10.



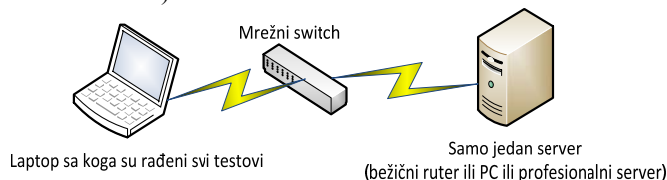
Slika 4. Laptop HP ProBook 4710s.

Rezultati su izmjereni pomoću ab programa [11]. U svrhu testiranja napisana je jednostavna bash shell skripta koja je svaki server testirala na isti način:

- 100 zahtjeva sa jednom paralelnom niti
- 1.000 zahtjeva sa jednom paralelnom niti
- 10.000 zahtjeva sa jednom paralelnom niti
- 100 zahtjeva sa deset paralelnih niti
- 1.000 zahtjeva sa deset paralelnih niti
- 10.000 zahtjeva sa deset paralelnih niti
- 100 zahtjeva sa pedeset paralelnih niti
- 1.000 zahtjeva sa pedeset paralelnih niti
- 10.000 zahtjeva sa pedeset paralelnih niti
- 100 zahtjeva sa stotinu paralelnih niti
- 1.000 zahtjeva sa stotinu paralelnih niti
- 10.000 zahtjeva sa stotinu paralelnih niti

(broj paralelnih niti simulira broj istovremenih korisnika)

Da bi testovi bili što dosljedniji i da ne bi zavisi od mrežnih uslova, korišten je mrežni switch 10/100. Na ovaj switch u svakom testu bili su spojena samo dva uređaja (laptop i testirani server) – Sl. 5.



Slika 5. Način izvođenja testova, kako bi se eliminisali efekti mrežnog zagušenja i ograničile brzine mrežnih interfejsa.

### IV. REZULTATI TESTOVA

U nastavku ovog rada tabelarno su prikazani rezultati pojedinih testova.

TABELA I. OPENWRT SA LIGHTTPD SERVEROM

Konkurentnost:	1					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	2,19	7,04	39,86	66,63	400,72	667,11
Zahtjeva po sekundi [#s]:	45,60	14,21	25,09	15,01	24,96	14,99
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	21,93	70,36	39,86	66,63	40,07	66,71
Brzina prenosa [kB/s]:	18,30	42,99	10,07	45,39	10,02	45,34
Konkurentnost:	10					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	4,11	6,99	40,04	66,55	400,43	666,78
Zahtjeva po sekundi [#s]:	24,35	14,32	24,98	15,03	24,97	15,00
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	41,07	69,87	40,04	66,55	40,04	66,68
Brzina prenosa [kB/s]:	9,78	43,30	10,02	45,45	10,02	45,36
Konkurentnost:	50					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	4,04	0	40,30	0	400,68	0
Zahtjeva po sekundi [#s]:	24,76	0	24,81	0	24,96	0
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	40,39	0	40,30	0	40,07	0
Brzina prenosa [kB/s]:	9,94	0	9,96	0	10,02	0
Konkurentnost:	100					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	4,04	0	40,21	0	0	0
Zahtjeva po sekundi [#s]:	24,75	0	24,87	0	0	0
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	40,40	0	40,21	0	0	0
Brzina prenosa [kB/s]:	9,94	0	9,98	0	0	0

Rezultati iz Tabele 1. pokazuju da je prosječno vrijeme potrebno za usluživanje HTTP i PHP zahtjeva prilično stabilno i iznosi cca. 40ms i 67ms respektivno bez obzira na broj korisnika. Testiranja sa 50 i 100 paralelnih PHP zahtjeva nisu uspjela.

TABELA II. WINDOWS 7 SA IIS SERVEROM

Konkurentnost:	1					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,09	0,28	1,41	2,74	14,48	27,19
Zahtjeva po sekundi [#s]:	1124,62	357,08	712,53	366,87	691,46	367,82
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,89	2,80	1,41	2,74	1,45	2,72
Brzina prenosa [kB/s]:	459,07	1088,69	290,86	1118,52	282,26	1121,41
Konkurentnost:	10					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,10	0,13	0,46	1,32	4,19
Zahtjeva po sekundi [#s]:	7629,64	1056,61	7465,62	2171,91	7599,48	2388,87
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,13	0,99	0,13	0,46	0,13	0,42
Brzina prenosa [kB/s]:	3185,91	3242,55	3049,55	6630,33	3102,45	7283,45
Konkurentnost:	50					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,04	0,06	0,40	0,61	3,80
Zahtjeva po sekundi [#s]:	13339,34	2266,96	16391,16	2534,48	16500,35	2629,32
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,07	0,44	0,06	0,40	0,06	0,38
Brzina prenosa [kB/s]:	5499,61	6951,42	6695,49	7734,37	6737,28	8016,58
Konkurentnost:	100					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,04	0,06	0,39	0,61	3,82
Zahtjeva po sekundi [#s]:	11474,28	2456,14	15842,58	2547,10	16468,57	2622,02
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,09	0,41	0,06	0,39	0,06	0,38
Brzina prenosa [kB/s]:	4683,84	7488,35	6542,73	7770,49	6722,99	7994,58

TABELA III. WINDOWS SERVER 2012 RTM SA IIS SERVEROM

Konkurentnost:	1					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,07	0,15	0,78	1,61	8,70	15,43
Zahtjeva po sekundi [#s]:	1459,66	652,82	1278,25	622,74	1151,42	648,15
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,69	1,53	0,78	1,61	0,87	1,54
Brzina prenosa [kB/s]:	595,84	1989,69	521,79	1898,02	470,01	1975,46
Konkurentnost:	10					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,06	0,08	0,33	0,83	3,08
Zahtjeva po sekundi [#s]:	12026,95	2143,38	12575,74	3013,25	12006,07	3243,44
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,08	0,59	0,08	0,33	0,08	0,31
Brzina prenosa [kB/s]:	4942,15	6532,70	5138,62	9183,94	4901,40	9885,53
Konkurentnost:	50					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,04	0,06	0,33	0,56	3,13
Zahtjeva po sekundi [#s]:	15497,02	2793,07	17188,33	3037,51	17718,38	3196,49
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,06	0,36	0,06	0,33	0,06	0,31
Brzina prenosa [kB/s]:	6325,93	8512,86	7020,89	9266,64	7233,90	9742,44
Konkurentnost:	100					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,04	0,06	0,32	0,56	3,15
Zahtjeva po sekundi [#s]:	14139,49	2708,35	16507,96	3111,19	17738,68	3171,97
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,07	0,37	0,06	0,32	0,06	0,32
Brzina prenosa [kB/s]:	5771,79	8254,66	6777,50	9514,66	7242,19	9667,70

Rezultati iz tabele 2. i 4. pokazuju da se desktop verzije Windows i Linux OS-a imaju približno iste rezultate u ulozi web server, s tim da Windows daje nešto bolje rezultate kod HTTP zahtjeva dok Linux daje nešto bolje rezultate kod PHP zahtjeva.

TABELA IV. UBUNTU DESKTOP 12.10 SA LAMP SERVEROM

Konkurentnost:	1					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,09	0,15	1,11	1,57	11,03	15,36
Zahtjeva po sekundi [#s]:	1121,37	653,18	898,09	638,95	907,06	651,11
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,89	1,53	1,11	1,57	1,10	1,54
Brzina prenosa [kB/s]:	496,08	2015,66	397,30	1971,76	401,27	2009,29
Konkurentnost:	10					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,03	0,12	0,32	1,24	3,15
Zahtjeva po sekundi [#s]:	8666,65	3161,73	8702,53	3174,19	8097,77	3174,02
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,12	0,32	0,12	0,32	0,12	0,32
Brzina prenosa [kB/s]:	3859,31	9756,91	3851,09	9795,36	3582,79	9794,81
Konkurentnost:	50					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,03	0,09	0,32	0,82	3,05
Zahtjeva po sekundi [#s]:	10697,48	3110,05	11756,03	3167,94	12167,66	3276,51
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,09	0,32	0,09	0,32	0,08	0,31
Brzina prenosa [kB/s]:	4778,84	9597,41	5204,06	9776,06	5383,48	10111,10
Konkurentnost:	100					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,03	0,09	0,32	0,83	3,05
Zahtjeva po sekundi [#s]:	9066,58	3046,20	10781,59	3178,01	12118,20	3280,09
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,11	0,33	0,09	0,32	0,08	0,31
Brzina prenosa [kB/s]:	4010,90	9400,37	4772,77	9807,16	5361,42	10122,14

TABELA V. UBUNTU SERVER 12.10 SA LAMP SERVEROM

Konkurentnost:	1					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,10	0,16	1,11	1,62	10,85	15,88
Zahtjeva po sekundi [#s]:	1046,96	621,48	904,33	618,11	922,19	629,99
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,96	1,61	1,11	1,62	1,08	1,59
Brzina prenosa [kB/s]:	461,11	1917,85	398,30	1907,43	406,16	1944,13
Konkurentnost:	10					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,03	0,12	0,32	1,19	3,07
Zahtjeva po sekundi [#s]:	8692,52	3163,93	8201,76	3147,17	8390,16	3255,18
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,12	0,32	0,12	0,32	0,12	0,31
Brzina prenosa [kB/s]:	3855,06	9763,68	3613,51	9711,97	3695,40	10045,28
Konkurentnost:	50					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,03	0,08	0,31	0,79	3,05
Zahtjeva po sekundi [#s]:	10902,86	3145,22	12992,23	3201,26	12679,51	3284,07
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,09	0,32	0,08	0,31	0,08	0,30
Brzina prenosa [kB/s]:	4848,88	9705,95	5733,45	9878,89	5585,34	10134,44
Konkurentnost:	100					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,03	0,08	0,31	0,77	3,06
Zahtjeva po sekundi [#s]:	9601,52	3031,34	12420,82	3213,75	12986,06	3266,79
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,10	0,33	0,08	0,31	0,08	0,31
Brzina prenosa [kB/s]:	4228,80	9354,54	5472,30	9917,42	5720,02	10081,11

Rezultati iz tabela 3. i 5. pokazuju da je server verzija Windows OS-a popravila rezultate u odnosu na desktop verziju i sad ima približne iste rezultate kao Linux server, dok je server verzija Linux OS-a postigla približno iste rezultate.

TABELA VI. PROSERVER WINDOWS SERVER 2012 RTM SA IIS SERVEROM

Konkurentnost:	1					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,07	0,19	0,99	1,81	10,59	19,07
Zahtjeva po sekundi [#s]:	1357,75	539,92	1010,82	552,39	947,10	526,15
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,74	1,85	0,99	1,81	1,06	1,91
Brzina prenosa [kB/s]:	555,56	1645,58	413,61	1683,62	387,54	1603,63
Konkurentnost:	10					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,08	0,10	0,33	1,00	3,17
Zahtjeva po sekundi [#s]:	9710,15	1815,45	9844,16	2993,12	9974,25	3155,01
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,10	0,78	0,10	0,33	0,10	0,32
Brzina prenosa [kB/s]:	4026,70	5533,23	4029,38	9124,04	4081,80	9616,01
Konkurentnost:	50					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,06	0,06	0,30	0,57	2,88
Zahtjeva po sekundi [#s]:	14663,45	2388,65	17375,78	3302,20	17691,25	3474,88
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,07	0,56	0,06	0,30	0,06	0,29
Brzina prenosa [kB/s]:	6038,32	7280,26	7119,32	10064,62	7239,38	10590,94
Konkurentnost:	100					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,03	0,06	0,32	0,57	2,87
Zahtjeva po sekundi [#s]:	14385,85	3062,36	16998,55	3186,22	17605,68	3484,22
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,07	0,33	0,06	0,32	0,06	0,29
Brzina prenosa [kB/s]:	5886,40	9333,61	7019,94	9711,12	7208,49	10619,40

TABELA VII. PROSERVER UBUNTU SERVER 12.10 SA LAMP SERVEROM

Konkurentnost:	1					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,08	0,16	0,91	1,58	9,27	15,68
Zahtjeva po sekundi [#s]:	1250,51	615,38	1098,63	631,79	1078,55	637,62
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,80	1,63	0,91	1,58	0,93	1,57
Brzina prenosa [kB/s]:	553,20	1897,83	486,01	1948,45	477,13	1966,42
Konkurentnost:	10					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,03	0,11	0,32	1,07	3,11
Zahtjeva po sekundi [#s]:	8880,46	3060,36	9118,28	3090,62	9357,55	3215,13
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,11	0,33	0,11	0,32	0,11	0,31
Brzina prenosa [kB/s]:	3941,16	9500,19	4039,16	9531,42	4140,16	9915,40
Konkurentnost:	50					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,03	0,09	0,32	0,89	3,04
Zahtjeva po sekundi [#s]:	9630,89	3120,60	10936,52	3149,69	11304,96	3286,14
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,10	0,32	0,09	0,32	0,09	0,30
Brzina prenosa [kB/s]:	4303,32	9623,88	4841,37	9713,60	5001,45	10134,72
Konkurentnost:	100					
Broj zahtjeva:	100 HTML	100 PHP	1000 HTML	1000 PHP	10000 HTML	10000 PHP
Trajanje testa [s]:	0,01	0,03	0,09	0,31	0,88	3,04
Zahtjeva po sekundi [#s]:	9001,73	3037,70	11103,86	3223,35	11327,12	3287,35
Vrijeme po zahtjevu [ms]:	0,11	0,33	0,09	0,31	0,09	0,30
Brzina prenosa [kB/s]:	3982,21	9368,24	4917,00	9969,96	5011,43	10138,15

Rezultati iz tabela 6. i 7. pokazuju da za testirani broj paralelnih zahtjeva praktično nema razlike između standardnog personalnog računara i profesionalnog servera.

## V. ZAKLJUČAK

Ako se rezultati bežičnog rutera uporede sa rezultatima personalnog računara i profesionalnog servera, oni djeluju puno lošije cca. 45+ puta sporiji. Ako se tome doda i činjenica da testovi sa 50 i 100 paralelnih zahtjeva nisu uspjeli, bežični ruter kao web server se pokazao izuzetno loše. Međutim, rezultate testova treba uporediti sa zahtjevima „pametne“ kuće. Teško je očekivati da će u jednom trenutku više od 2-3 osobe htjeti da upravljaju pametnom kućom, a šanse da će 50 osoba stati u tu „pametnu“ kuću i da će svi istovremeno htjeti da njome upravljaju sa svojih uređaja su ravne nuli. Vremena koja su potrebna za obradu zahtjeva, a koja iznose u prosjeku 0,041s i 0,067s za HTML i PHP zahtjeve respektivno, su zadovoljavajuća za ovu namjenu. Prednost bežičnog rutera kao web servera ogleda se u tome što je u okviru „pametne“ kuće svakako potreban jedan bežični ruter koji će omogućiti bežično upravljanje uređajima u kući. Zbog toga se predlaže da se taj ruter dodatno zaposli kao web server, a tek kad zahtjevi prerastu njegove mogućnosti da se doda jedan personalni računar koji će preuzeti tu funkciju.

## LITERATURA

- [1] P. Bergstrom, K. Driscoll and J. Kimball, "Making Home Automation Communications Secure", Computer, vol.34, no.10, pp.50-56, Oct 2001
- [2] FriendlyARM, (n.d.), ARM based Development Boards and Modules [Online], dostupno na: <http://www.friendlyarm.net/>, [pristupljeno 06.02.2013.]

- [3] RaspberryPI, (n.d.), *An ARM GNU/Linux box for \$25. Take a byte!* [Online], dostupno na: <http://www.raspberrypi.org/>, [pristupljeno 06.02.2013.]
- [4] BeagleBoard, (n.d.), *Open Hardware Physical Computing on ARM* [Online], dostupno na: <http://beagleboard.org/>, [pristupljeno 06.02.2013.]
- [5] Wikipedia, (jan. 2013.), *List of wireless router firmware projects* [Online], dostupno na: [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_wireless\\_router\\_firmware\\_projects](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_wireless_router_firmware_projects), [pristupljeno 06.02.2013.]
- [6] OpenWRT, (n.d.), *A GNU/Linux based firmware program for embedded devices such as residential gateways and routers.* [Online], dostupno na: [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_wireless\\_router\\_firmware\\_projects](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_wireless_router_firmware_projects), [pristupljeno 06.02.2013.]
- [7] OpenWRT, (n.d.), *TP-Link TL-WR1043ND* [Online], dostupno na: <http://wiki.openwrt.org/toh/tp-link/tl-wr1043nd>, [pristupljeno 09.02.2013.]
- [8] OpenWRT, (n.d.), *Web Server Overview* [Online], dostupno na: <http://wiki.openwrt.org/doc/howto/http.overview>, [pristupljeno 09.02.2013.]
- [9] Apache, (n.d.), *HTTP Server Project* [Online], dostupno na: <http://httpd.apache.org/>, [pristupljeno 09.02.2013.]
- [10] Lighttpd, (n.d.), *LIGHTTP fly light.* [Online], dostupno na: <http://www.lighttpd.net/>, [pristupljeno 09.02.2013.]
- [11] ab, (n.d.), *ab - Apache HTTP server benchmarking tool* [Online], dostupno na: <http://httpd.apache.org/docs/2.2/programs/ab.html>, [pristupljeno 09.02.2013.]

#### ABSTRACT

Home automation is becoming more popular topic both in industry and in the broader scientific circles. Usually commercial solutions require additional funds for the purchase of server computers. This paper compares the performance of standard personal computers, dedicated server computers and cheap wireless router in the role of the web server.

**Wireless Routers as web server in the "smart" houses**  
Ognjen Bjelica