

Brzi razvoj poslovnih aplikacija za cloud computing okruženje

Zoran Ćirić

Departman za poslovnu informatiku i kvantitativne metode
Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet
Subotica, Srbija
czoran@ef.uns.ac.rs

Nenad Mirkov

Student doktorskih studija, Poslovna informatika
Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet
Subotica, Srbija
nenad.mirkov@gmail.com

Ivana Ćirić

Student doktorskih studija, Poslovna informatika
Univerzitet u Novom Sadu, Ekonomski fakultet
Subotica, Srbija
civana87@hotmail.com

Miodrag Peranović

Poslovna Informatika
Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Ekonomski fakultet
Brčko, BiH
miodrag.peranovic.efb@gmail.com

Sadržaj— Poslovne aplikacije sa dinamičkim brojem korisnika su veoma često projektovane za veb okruženje. Problem može nastati kada postojeća infrastruktura i serveri ne mogu izdržati istovremene zahteve većeg broja korisnika. Cloud computing okruženje se pokazalo kao odličan odgovor na ovu problematiku pre svega zbog svoje skalabilnosti i kontrole troškova koji su ekvivalentni eksploataciji samog proizvoda. Ovaj rad predstavlja istraživanje mogućnosti ulaska na tržište za mala i srednja preduzeća koja ne poseduju jaku hardversku infrastrukturu, korišćenjem Windows Azure platforme i cloud computing okruženja. Obzirom da poslovni softver uglavnom komunicira sa bazom podataka radi čitanja, menjanja i upisivanja podataka, alati za brzi razvoj aplikacija mogu znatno uticati na smanjenje troškova projekta. U radu je testirano jedno ovakvo rešenje i predstavljeni su rezultati koji pokazuju opravdanost ovog pristupa.

Ključne reči—RAD, cloud computing, windows azure, iron speed designer

I. UVOD

Projektovanje informacionih sistema i analiza poslovnih procesa predstavljaju osnovu za izgradnju poslovnih aplikacija koje automatizuju poslovanje i upravljanje kompanijskim resursima. Tehnologije koje se primenjuju u projektovanju informacionih sistema su opšteprihvate i nastale su u vreme pojave relacionih baza podataka.[1] Kao takve nisu pretrpele veće izmene u proteklom vremenskom periodu. S druge strane alati i tehnologije za izradu poslovnih aplikacija baziranih na bazama podataka vrlo često trpe značajne tehnološke izmene. Kao posebnu oblast koja predstavlja i predmet istraživanja ovog rada ističemo razvoj klijent-server poslovnih aplikacija gde se baza podataka i platforma na kojoj se aplikacija pokreće nalazi na udaljenim serverima cloud okruženja. Da bi zadovoljili zahteve tržišta i svojih klijenata projektanti i inženjeri koji se bave izradom poslovnih aplikacija moraju da

biti agilni i visoko prilagodljivi novim trendovima i tehnologijama kao što je *cloud computing* paradigma. Pojava ove paradigme na početku je izazvala visok nivo skepticizma koji se nakon nekoliko godina konstantnog razvoja i sve veće prihvaćenosti i upotrebljivosti pokazao kao neopravdan. Uspeh svake nove tehnologije direktno zavisi od nekoliko faktora pa se može reći da je ova tehnologija koja u sebi nosi i ekonomsku paradigmu nastala u pravom trenutku kada je ekonomska kriza uslovlila potrebu za promenom u investicionim planovima kompanija i okretanju ka tehnologijama koje utiču na rapidno smanjenje troškova kako osnovnih sredstava i infrastrukture tako i na uštedi energije.[2]

Jedan od parametara koji je takođe postao faktor konkurentnosti kada je u pitanju projektovanje poslovnog softvera je svakako i vreme razvoja aplikacije. Brzi razvoj poslovnih aplikacija (Rapid Business Application Development - RBAD) je postao trend u informacionom inženjeringu uporedo sa značajnijom primenom cloud computinga u razvoju i implementaciji poslovnog softvera.

U produžetku ovaj rad se bavi istraživanjem koncepta brzog razvoja poslovnih aplikacija i prikazom jednog od mogućih alata za RBAD, te analizom ekonomske isplativosti ovakvog pristupa. Kao aktuelnu tehnološku revoluciju koristiće se pristup cloud computing platformi kao servisu na kojem se aplikacije pokreću sa aktiviranim opcijama skalabilnosti kao jedne od veoma važnih odlika cloud computing-a. U drugom poglavlju prikazane su metode razvoja aplikacija koje su bile i još su upotrebi. U trećem poglavlju je opisana cloud computing paradigma i njeni najvažniji servisi. Četvrto poglavlje bavi se istraživanjem i analizom brzog razvoja aplikacija upotrebom Iron Speed Designer-a i postavljanjem testirane aplikacije na Windows Azure platformu. Na kraju u zaključku se analiziraju postignuća i dobijeni rezultati istraživanja.

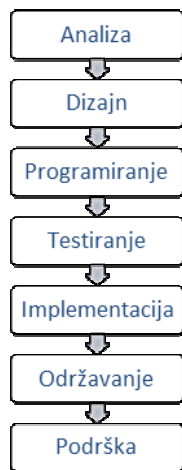
II. TRADICIONALNE METODE RAZVOJA APLIKACIJA

Razvoj poslovnih aplikacija je proces koji se sastoji iz većeg broja međusobno povezanih radnji koje se tesno oslanjaju jedna na drugu i ne mogu biti isključene. Ključne faze u razvoju softverskih proizvoda koje su opšte prihvaćene su:[3]

- Analiza
- Dizajn
- Pisanje koda
- Testiranje
- Implementacija
- Održavanje
- Podrška.

A. Kaskadni model

Kaskadni model ili model vodopada je razvojni model nastao pre više od četiri decenije. Ovaj životni ciklus razvoja softvera zasniva se na teoriji po kojoj svaka faza razvoja mora biti u potpunosti završena i prihvaćena pre nego se pređe na sledeći nivo razvoja. Na Slici 1 data je grafička interpretacija kaskadnog modela.



Slika 1. Kaskadni model razvoja softvera

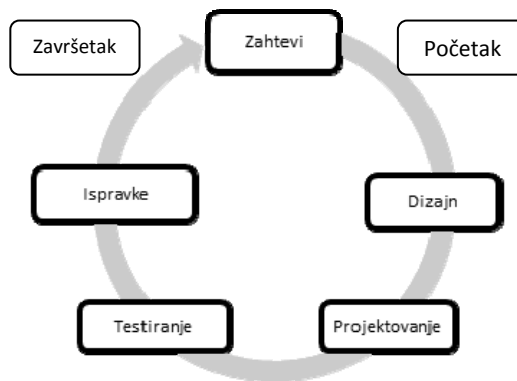
Uočene anomalije ovog modela ogledaju su u najčešćoj kompleksnosti zahteva klijenata kao i pogrešno protumačenim poslovnim procesima kompanije. Ovaj problem je uglavnom rezultovao rekurzivnim ponavljanjem faza kaskadnog modela i na taj način drastično povećavao troškove razvoja aplikacije.

Rešenje ovog problema našlo se u različitim interpretacijama spiralnog modela koji implicira brz prelazak s jedne faze razvoja na drugu, razvoj prototipova i korekciju grešaka u toku razvoja. Ovaj metod poseduje ograničenje koje se odnosi na tesnu saradnju razvojnog tima i naručioca posla odnosno klijenta.[4]

B. Brzi razvoj aplikacija

Sredinom 80-tih godina prošlog veka predstavljena je metodologija iterativnih prototipova koja je nazvana *Rapid Iterative Production Prototyping* (Slika 2) i nakon čije

popularizacije je James Martin [5] proširio istraživanje u ovoj oblasti te formulisao procese koji su postali poznati kao *Rapid Application Development* (RAD). Njegov doprinos prepoznat je i široko prihvaćen kao metodologija razvoja softvera koja je održana do današnjeg dana. Ovaj pristup obuhvata paralelni razvoj modela podataka, poslovnih procesa i prototipova korišćenjem iterativnog pristupa.[5] James Martin navodi da je ovakav životni ciklus dizajniran da ponudi gotov proizvod koji zadovoljava zahteve klijenata u veoma kratkom vremenskom periodu koji na taj način ostvaruje i značajnu finansijsku uštedu.



Slika 2. Rapidni razvoj aplikacija sa iterativnim i inkrementalnim pristupom

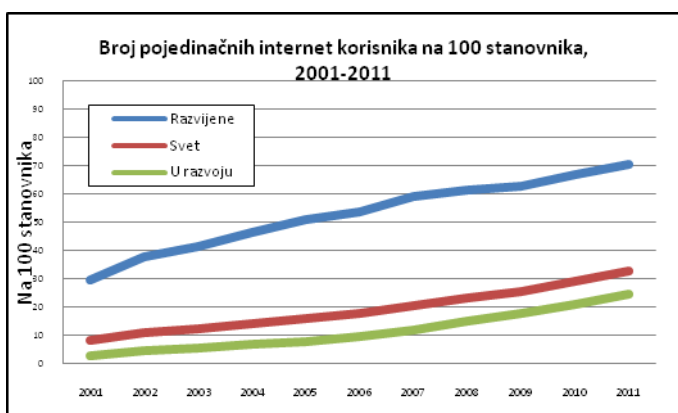
Međutim RAD metodologija se vremenom razvijala i pri tome su nastajali različiti tipovi sa sličnim osobinama i karakteristikama. Neki od ovih tipova su: Agile, Lean, Scrum itd. Od navedenih, najveću popularnost stekao je Agile software development koji se bazira na dvanaest principa opisanih u manifestu ove metodologije:[6]

- Zadovoljstvo klijenta nastaje brзом isporukom korisnog softvera.
- Prihvatanje promene zahteva se i u kasnim fazama razvoja.
- Ispravan softver se isporučuje mnogo češće (nedeljno umesto mesečno).
- Upotrebljiv i ispravan softver je mera progresa.
- Održivi razvoj, odnosno mogućnost da se održi konstanta ritam.
- Bliska saradnja (na dnevnom nivou) između razvojnog tima i klijenata.
- Najbolji vid komunikacije je licem u lice (zajednička lokacija).
- Projekte razvijaju motivisani pojedinci koji su od poverenja.
- Tehničko savršenstvo i kvalitetan dizajn moraju biti u stalnom fokusu.
- Jednostavnost,
- Samoorganizacija timova.
- Prilagođavanje promenljivim okolnostima.

III. CLOUD COMPUTING PARADIGMA

Svedoci smo značajnog povećanja broja korisnika internet usluga kao i propusne moći komunikacionih kanala. Po statističkim podacima iz 2012. godine koje sprovodi ITU (International Telecommunication Union) ukupan svetski internet protok se povećao sedam puta u poslednjih pet godina te dostigao brojku od 76.000 Gbit/s na kraju 2011. što je blizu 34 Kbit/s po pojedinačnom korisniku interneta.[7] Na Slici 3 dat je statistički prikaz broja pojedinačnih internet korisnika na sto stanovnika u poslednjoj deceniji.

Najnoviji podaci iz Telekom Srbija pokazuju da možemo očekivati da brzina interneta više neće predstavljati usko grlo u korišćenju veb aplikacija u Srbiji. S početka 2013. godine, Telekom Srbija nudi nove ADSL pakete krajnjim korisnicima koji se kreću od 5/1 Mb/s do 100/2 Mb/s.[8] Obzirom da mala i srednja preduzeća uglavnom koriste ovaj vid povezivanja na internet realno je očekivati lakše prilagođavanje i prihvatanje poslovanja u cloud okruženju kod ovih entiteta.



Slika 3. Porast broja internet korisnika na sto stanovnika. Preuzeto jan.2013. sa <http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/>

Paralelno sa povećanjem broja korisnika i brzina interneta, svetsku ekonomiju je zahvatila finansijska kriza koja je nametnula ograničenja kada su nove investicije i tehnološki razvoj kompanije u pitanju. Ovo je pogodovalo lakšem prihvatanju nove tehnologije koja se zasnivala na iznajmljivanju hardverske infrastrukture i plaćanju samo onoga što se u periodu vremena stvarno koristilo. Skup ovih servisa koji se nude putem interneta naziva se *cloud computing* po tome što je oblak sinonim za globalni računarsku mrežu – internet. Na ovaj način kompanije iznajmljuju servere, procesorsku snagu, smeštajne kapacitete, serverske operative sisteme instalirane na virtuelnim mašinama, i pri tome plaćaju po konceptu koji je nazvan *pay-as-you-go*, i podrazumeva plaćanje na kraju obračunskog perioda. Veoma često ovaj način plaćanja upoređivan je sa konceptom obračuna i plaćanja utrošene električne energije.

Novina koju je cloud paradigma donela u odnosu na slične pristupe koji su i ranije postojali je skalabilnost odnosno sposobnost aplikacija da zadovolje zahteve svih potencijalnih korisnika. Zahvaljujući ovoj karakteristici veb aplikacije postavljene na servere u cloudu su mogle opslužiti hiljade korisnika u sekundi bez pada sistema ili zastoja. Skalabilnost se

ostvaruje dodavanjem potrebnih resursa (serverskih, smeštajnih i mrežnih kapaciteta) po potrebi. Da bi se iskoristile ove prednosti, poslovne aplikacije moraju biti prilagođene i projektovane za cloud computing okruženje.[9]

U praksi se koriste dve dimenzije skaliranja, i to su :

- Vertikalna skalabilnost (*scale up*)
- Horizontalna skalabilnost (*scale out*)

Prva se odnosi na dodavanje novih resursa postojećem korišćenom serveru: više radne memorije, procesora, prostora na disku i slično.

Horizontalna skalabilnost odnosi se na priključivanje novih servera onima koji se već koriste.

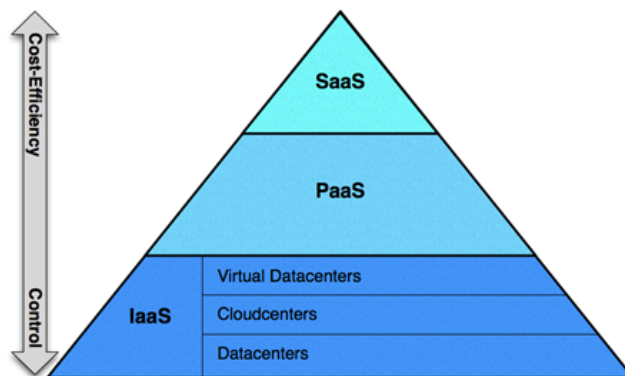
A. Servisi koji se koriste u cloud computing okruženju

Posmatrajući faktore korisnosti novog pristupa u razvoju i korišćenju softvera dolazi se do zaključka da je ovako velika prihvaćenost usledila direktno iz smanjenja kapitalnih investicija kada je u pitanju računarska infrastruktura potrebna za razvoj i upotrebu softvera.

Broj servisa koji se nudi raste skoro svakodnevno a većina poseduje najbitnije karakteristike cloud okruženja. Oni koji su se izdvojili se mogu svrstati u tri velike kategorije:[10]

- Softver kao servis (Software as a Service – SaaS)
- Platforma kao servis (Platform as a Service – PaaS)
- Infrastruktura kao servis (Infrastructure as a Service – IaaS)

Upravljanje resursima ovih servisa obrnuto je proporcionalno efikasnosti korišćenja (Slika 4).



Slika 4. Cloud servisi sa aspekta kontrole i efikasnosti troškova. Preuzeto jan 2013, sa <http://www.cloudscaling.com/blog/cloud-computing/virtual-cloud-datacenters/>

1) Infrastruktura kao servis

Posmatrajući piramidu od dole ka vrhu IaaS dolazi prvo i predstavlja hardversku infrastrukturu kao što su: serveri, klaster serveri, baze podataka i drugo.

Ovaj sloj najčešće koriste inženjeri i projektanti za razvoj strogo namenskih poslovnih rešenja za specifičnu kompaniju. Scenario zahteva implementaciju specijalno podešenih

virtuelnih mašina na udaljene servere i upravljanje putem interneta.

B. Platforma kao servis

Kod ovog servisa provajder usluge pored hardverske infrastrukture nudi i licencirane softverske proizvode koji su neophodni za razvoj i implementaciju poslovne softverske aplikacije. Upotreba ovog servisa je znatno jednostavnija od IaaS usluge. Pružaoci ovih servisa najčešće nude alate za kreiranje i održavanje baze podataka u veb okruženju. Skaliranje je automatizovano i korisnik o tome ne mora da vodi računa (mada je kod nekih sistema omogućeno isključivanje skalabilnosti jer ona može začajno uticati na troškove i ne može se planirati unapred). Kao nedostatak ovog sloja treba navesti problem transfera aplikacija sa platforme jednog dobavljača na neku drugu.[11]

Možda najveća prednost ovo pristupa je mogućnost malih i srednjih kompanija da na početku svog poslovanja nastupe na tržištu sa jednakom hardverskom infrastrukturom koju imaju velike kompanije koje su investirale velike sume novca u hardverska osnovna sredstva. Male kompanije startuju sa minimalnim odnosno nikakvih finansijskim sredstvima i postavljaju svoja rešenja koja su dostupna svima pod jednakim uslovima. Onog momenta kada eksploatacija poraste oni će plaćati veću sumu, ali to podrazumeva da su u međuvremenu ostvarili i prihod korišćenjem svojih proizvoda.[12]

Posmatrajući ova dva servisa (IaaS i PaaS) da se zaključiti da je platforma kao servis proširen oblik infrastrukture kao servisa. U tabeli 1 dat je pregled kompanija i servisa koji se trenutno nude.

TABELA 1. PREGLED PONUDE DOBAVLJAČA IaaS I PaaS SERVISIMA

Dobavljač	Proizvod	Tip servisa
Amazon	Amazon Web Services (AWS)	IaaS
ServePath	GoGrid	IaaS
RackSpace	Mosso	IaaS
Google	App Engine	PaaS
Microsoft	Azure Platform	PaaS
Salesforce.com	Force.com	PaaS

1) Softver kao servis

Softver kao servis predstavlja okruženje u kojem se aplikacija izvršava na udaljenom serveru na internetu i koju pokreće neki od operativnih sistema sa podrškom za cloud computing okruženje.

Pristup ovim aplikacijama više nije ograničen platformom i uređajem kojim se pristupa, jer je u većini slučajeva dovoljno imati konekciju ka internetu i veb čitač koji podržava nove skript jezike. Uređaj na kojim se pristupa ne mora imati jake računarske karakteristike jer se sva računanja vrše na strani servera a rezultati se prikazuju korisniku putem korisničkom interfejsa. Inženjeri i istraživači su korišćenjem ovog servisa dobili fleksibilnost u testiranju novih tehnologija i softvera uz minimalne razvojne troškove.

Kompanije koje se ističu kao dobavljači usluga u SaaS-u su: Salesforce.com, ZOHO i drugi.[13]

IV. BRZI RAZVOJ POSLOVNIH APLIKACIJA ZA CLOUD COMPUTING PLATFORMU KAO SERVIS

U praksi je utvrđeno da najveći broj cloud aplikacija koristi neku vrstu baze podataka kao osnovu. Interakcija koja se ostvaruje između aplikacije i baze se uglavnom odnosi na upravljanje ovim podacima i kreiranje izveštaja. Uočavanjem ovog šablona, projektanti su ustanovili mogućnost izrade automatizovanih generatora koda koji značajno smanjuju vreme i troškove razvoja i testiranja softvera.[14]

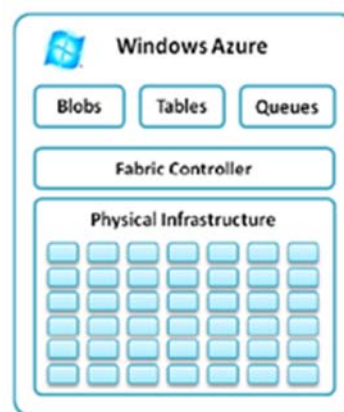
A. Projektovanje aplikacija za Windows Azure platformu

U ovom radu odabrano je rešenje kompanije Microsoft koje nosi naziv Windows Azure i predstavlja platformu za aplikacije namenjen cloud okruženju. U suštini se može shvatiti i kao operativni sistem za cloud computing obzirom da poseduje sve karakteristike operativnih sistema (upravljanje skladištem, uređajima i pokretanjem aplikacija). Kao spregu između aplikacije i infrastrukture koristi *Fabric Controller* (Slika 5). Nakon otpremanja gotove aplikacije na Window Azure platformu, korisnik upravlja aplikacijom, i inicira njeno pokretanje i zaustavljanje. Svaki put kada se aplikacija startuje Fabric Controller je zadužen za fizičko raspoređivanje komponenti aplikacije na hardversku infrastrukturu.[15],[16] Pored toga Fabric Controller je odgovoran za dostupnost i skalabilnost same aplikacije.

Za kreiranje i upravljanje bazom podataka koristi se SQL Azure koji je po funkcionalnosti sličan MS SQL bazi. Korisnik pristupa sistemu za upravljanje bazom podataka preko veb čitača i putem intuitivnog grafičkog korisničkog interfejsa dizajnira bazu, tabele, relacije. Nakon kreiranja baze Windows Azure dodeljuje virtuelni server konkretnom korisniku i generiše naziv servera koji je ključan za komunikaciju baze sa aplikacijom.

Veb portal nudi i informacije o naplati usluga sa statističkim podacima o korišćenju procesorske snage, memorije i slično. Plaćanje ove usluge se vrši na mesečnom nivou i plaća se samo za utrošene resurse.

Kompanija Microsoft nudi i dodatke za svoje razvojno okruženje - Visual Studio, koji automatizuju proces pripreme aplikacije za Windows Azure okruženje i vrše njeno otpremanje putem interneta. Korisnik nakon toga upravlja aplikacijom preko veb portala.



Slika 5. Radno okruženje Windows Azure platforme [15]

B. Razvoj aplikacija bez kodiranja upotrebom alata Iron Speed Designer

Unapređivanjem razvojnih tehnologija menjali su se i principi i metodologije softverskog inženjeringa. Jedna od metodologija je i servisno orijentisana arhitektura (SOA). Sama funkcionalnost i njene karakteristika izlaze iz okvira ovog rada ali je treba pomenuti kao preteču cloud tehnologiji.

Kompanija *Iron Speed* razvila je (i dalje razvija nove verzije) alat za izradu aplikacija bez samog pisanja programskog koda. Autori ovog alata vodili su se činjenicom da poslovni softveri uglavnom obavljaju transfer podataka između veb aplikacije i baze podataka, prevodeći i adaptirajući ih tako da mogu da se integrišu sa drugim CRM i SCM sistemima.[17]

Proces automatskog generisanja aplikacije se sastoji iz nekoliko obaveznih koraka koji su međusobno povezani čarobnjakom za izradu. Ovi koraci obuhvataju:

- Odabir šablona. Šabloni su u potpunosti prilagođeni i u skladu sa standardima veb aplikacija.
- Podešavanje parametara baze podataka. U ovom koraku se vrši odabir MS SQL Azure baze podataka i unose podaci koji su generisani prilikom kreiranja nove baze podataka na Azure veb portal. Testiranje konekciju u ovom koraku je preporučljivo. Ukoliko je povezivanje uspešno system će očitavati sve tabele i poglede iz baze i ponuditi ih u sledećem koraku za izradu stranica sa CRUD (create, retrieve, update and delete) operacijama.
- Odabir tabele za automatsko generisanje stranica sa prikazom, izveštajima, mogućnošću dodavanja i izmene zapisa.
- Podešavanje primarnih i virtuelnih ključeva, i jezika.
- Parametri aplikacije. Podrazumeva definisanje naziva, direktorijuma, tip aplikacije (web site, web application). Moguć je izbor između dva jezika koda C# ili Visual Basic.NET, i takođe se vrši odabir .NET Frameworka što bi trebalo da bude u skladu sa podrškom dobavljača usluge gde će aplikacija biti hostovana.

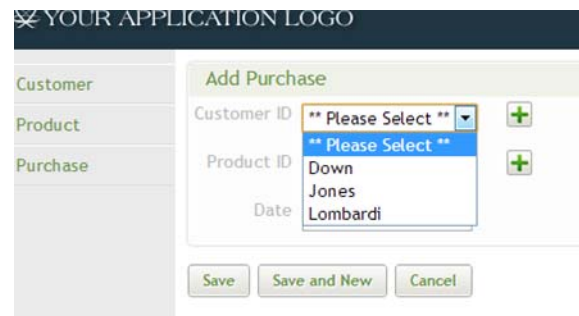
U zavisnosti od broja tabela, relacija i pogleda koji su deo baze podataka vreme generisanja svih ASPX stranica može potrajati nekoliko minuta na prosečnom računaru sa dvojezgrenim procesorom i 6GB radne memorije. Čarobnjak završava sa iskaćućim prozorom sa korisnim informacijama o broju generisanih stranica, linija programskog koda i aproksimativnom broju sati uštedenih korišćenjem ovog alata.

Prikaz podataka sa podacima iz tabele roditelj-dete je automatizovan i veoma intuitivan te će stranice sa detaljima svakog zapisa tabele koja ima vezu ka drugoj tabeli biti prikazan u vidu tabela sa detaljima. Na ovaj način se prikaz podataka o porudžbinama kupca ili njegovim uplatama prikazuje na stranici za prikaz detalja o kupcu.

Alat poseduje svoje grafičko korisničko okruženje koje nalikuje većini vizuelnih alata za izradu veb aplikacija. Izmjena

postojećih stranica je pojednostavljena i svodi se u većini slučajeva na izmenu karakteristika kontrola na stranici. Omogućeno je i dodavanje novih stranica na koje se mogu dodati kako klasične ASPX kontrole tako i moduli koji se povezuju sa podacima iz baze a sadrže enkapsulirane procedure za manipulisanje podacima.

Gotovu aplikaciju moguće je otpremiti u cloud computing okruženje pomoću čarobnjaka koji generiše potrebnu direktorijumsku strukturu i koristi korisnikov FTP nalog, ali je vredno napomenuti da je projekat moguće otvoriti i u Visual Studiju te koristiti njegove dodatke za rad sa Windows Azure platformom. Na Sl. 6 vidi se jednostavna stranica test aplikacije generisane pomoću ISD koja koristi SQL Azure bazu podataka, i otpremljene u cloud computing okruženje Windows Azure platforme.



Slika 6. Prikaz jedne stranice test aplikacije generisane pomoću ISD u cloud computing okruženju

ZAKLJUČAK

Projektovanje i izrada veb orijentisane poslovne aplikacije je složen proces odabira platforme i alata za izradu korisničkog interfejsa pre samog početka projekta. Istraživanje sprovedeno u ovom radu je pokazalo da je moguće započeti projekat uz minimalna finansijska ulaganja otvaranjem naloga na Windows Azure platformi, te kreiranjem baze podataka i otpremanjem gotove aplikacije u ovo skalabilno okruženje. Upravo zahvaljujući skalabilnosti, ovako generisana poslovna aplikacija moći će da odgovori na visoko promenljivi broj svojih korisnika, a da vlasnik aplikacije o tome ne mora da vodi računa. Ovo okruženje, zahvaljujući pay-as-you-go konceptu omogućuje praćenje i kontrolu troškova putem veb portala. Testiranje alata Iron Speed Designer je pokazalo da je brzi razvoj poslovnih aplikacija doveden na kvalitetan nivo i opravdava troškove investiranja u ovakve alate. S obzirom da se kod poslovnih veb orijentisanih aplikacija interakcija same aplikacije u većini slučajeva svodi na čitanje i upisivanje podataka u bazu, stranice generisane ovim alatom su odmah upotreblljive i eventualne izmene se svode na lokalizaciju jezika. Samo korisničko okruženje nalikuje većini vizuelnih alata koji se bave izradom veb aplikacija, pa je tako podržana i većina aspx kontrola koje se mogu dodavati i podešavati po potrebi. Takođe je omogućeno i dodavanje novih stranica sa izveštajima ili novim kontrolama. Sigurnost se postiže dodavanjem tabela sa korisničkim imenima i ulogama (roles) u bazu podataka, a koje Iron Speed Designer koristi za generisanje prava pristupa pojedinim stranicama. Ovaj proces je takođe automatizovan pomoću čarobnjaka za izradu.

LITERATURA

- [1] N. Balaban, Ž. Ristić, J. Đurković, J. Trninić, P. Tumbas, *Informacione tehnologije i informacioni sistemi*, Subotica: Ekonomski fakultet Subotica, 2006.
- [2] R. Basmadjian, H. De Meer, R. Lent / G. Giuliani, „Cloud Computing and its interest in saving energy: the use case of a private cloud,“ *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications*, t. I, br. 1, pp. 1-5, 2012.
- [3] S. McConnell, *Rapid Development*, Redmond, Washington: Microsoft Press, 1996.
- [4] B. Boehm, „A spiral model of software development and enhancement,“ *IEEE Computer*, t. 21, br. 5, pp. 61-72, 1988.
- [5] J. Martin, *Rapid application development*, New York: Maxwell Macmillan International, 1991.
- [6] K. Beck, „Manifesto for Agile Software Development,“ 2001. [Na mreži]. Available: <http://agilemanifesto.org/>. [Poslednji pristup 12 2012].
- [7] I. W. Telecommunication, „International Telecommunication Union,“ 2012. [Na mreži]. Available: <http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/>. [Poslednji pristup 28 1 2013].
- [8] Telekom Srbija, „Net brzine,“ 2013. [Na mreži]. Available: <http://www.open.telekom.rs/home/Content.aspx?temp=0&sid=176&id=1449>. [Poslednji pristup 6 2 2013].
- [9] S. Microsystems, „Introduction to Cloud Computing Architecture,“ 2009.
- [10] K. Jamsa, *Cloud Computing*, Jones & Bartlett Learning, 2013.
- [11] F. v. d. Molen, *Get Ready for Cloud Computing*, Van Haren Publishing 2010.
- [12] P. J., Z. X., L. Z., Z. B., Z. W. / L. Q., „Comparison of Several Cloud Computing Platforms,“ u *Information Science and Engineering (ISISE), 2009 Second International Symposium on*, Shanghai, China, 2009.
- [13] T. Velte, A. Velte, R. Elsenpeter, *Cloud Computing, A Practical Approach*, New York: McGraw-Hill, Inc., 2010.
- [14] Z. Ćirić, N. Mirkov, I. Ćirić, „Novi aspekti u razvoju veb orijentisanih poslovnih aplikacija bez kodiranja,“ *XXXIX Operational Research Symposium*, Tara, 2012.
- [15] K. Pijanowski, „IaaS, PaaS, and the Windows Azure Platform,“ 2009.
- [16] R. Jennings, *Cloud Computing with the Windows Azure Platform*, Indianapolis: Wiley Publishing Inc., 2009.
- [17] A. S. Fisher, *One-Day Web Apps*, Iros Speed Inc., 2004.

ABSTRACT

Business applications with variable number of users are frequently designed for a web environment. The problem can arise when the existing infrastructure and the servers can not handle simultaneous requests from multiple users. Cloud computing environment has proven to be an excellent response to this problem mainly because of its scalability and cost control which are equivalent the exploitation of the product. This paper has explored the possibilities of market entry for small and medium-sized businesses that do not have a strong hardware infrastructure, using the Windows Azure platform and cloud computing environments. Considering that most business software communicates with the database in order to read, modify and write data, tools for rapid application development can significantly decrease the cost of the project. In the paper, one such solution was tested and the results that show the validity of this approach are presented.

RAPID BUSINESS APPLICATION DEVELOPMENT FOR CLOUD COMPUTING ENVIRONMENT

Zoran Ćirić, Nenad Mirkov, Ivana Ćirić, Miodrag Peranović