

MODELI ISPORUKE SERVISA U CLOUD COMPUTING TEHNOLOŠKOM OKRUŽENJU

Sladana Janković, Snežana Mladenović
Saobraćajni fakultet u Beogradu

Sadržaj: *Cloud computing tehnologija nudi sledeće kategorije servisa: skladište, bazu podataka, informaciju, proces, integraciju, bezbednost, upravljanje, testiranje, aplikaciju, infrastrukturu i platformu. U ovom radu analiziraju se mogućnosti, prednosti i nedostaci pojedinih kategorija servisa iz oblaka, a zatim predstavljaju modeli isporuke servisa iz oblaka.*

Ključne reči: *računarstvo iz oblaka, kategorije servisa iz oblaka, modeli isporuke servisa iz oblaka*

1. Uvod

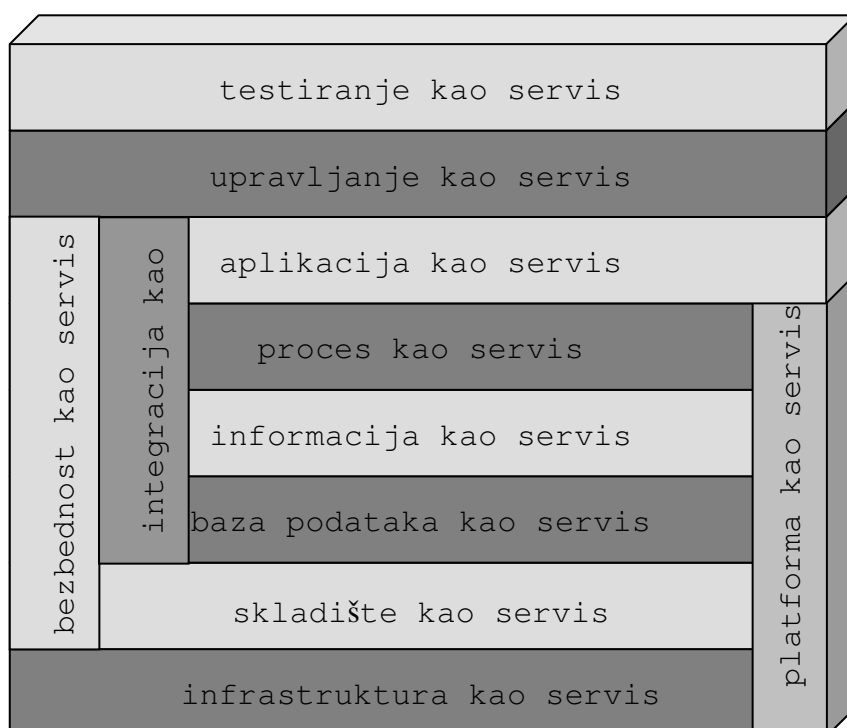
Računarstvo iz oblaka (engl. *Cloud computing*) obuhvata korišćenje softverskih i hardverskih usluga na zahtev, putem Interneta. *Cloud computing* nije nova računarska paradigma, ali pojava novih resursa u oblaku čini je održivijom paradigmom nego što je bila u prošlosti. U ovom radu dat je pregled resursa, tj. kategorija servisa koji se mogu dobiti iz oblaka, kao i modela isporuke servisa iz oblaka. Istaknute su prednosti i ukazano je na nedostatke pojedinih kategorija servisa u *cloud computing* tehnologiji. Predstavljeno je nekoliko modela isporuke servisa iz oblaka na primeru *Microsoft Windows Azure cloud computing* platforme.

2. Kategorije servisa u *cloud computing* tehnologiji

Komponente *cloud computing* tehnologije prikazane su na slici 1. Svaka komponenta istovremeno predstavlja jednu kategoriju servisa iz oblaka. Sledi analiza karakteristika, prednosti i mana pojedinačnih kategorija servisa koji se nude iz oblaka.

Skladište kao servis (engl. *Storage-as-a-Service*), je mogućnost korišćenja skladišta koje je fizički udaljeno kao lokalnog skladišnog resursa za bilo koju aplikaciju [1]. Ovo je najprimitivnija komponenta *cloud computing* tehnologije i uključena je u većinu drugih komponenti. Na prvi pogled, pristupanje hard disku putem Interneta zvuči nelogično. Postavlja se pitanje: zašto bi neko preduzeće koristilo skladišne kapacitete udaljene na hiljade kilometara, kada je eksterna memorija jeftina i sve jeftinija? Postoji nekoliko ključnih prednosti korišćenja ove vrste usluge iz oblaka. Prvo, prema potrebi se

može proširiti raspoloživi prostor na disku, i platiti samo za ono što se zaista koristi. Stoga su rešenja zasnovana na korišćenju skladišta kao servisa isplativa samo za veće količine podataka, obično preko 500 gigabajta. Skladište kao usluga može se koristiti i za redundantni *backup* najvažnijih fajlova. Drugo, nestaje potreba za održavanjem hardvera. Konačno, skladište kao servis nudi sistem za oporavak od katastrofa, omogućava da se vrate izbrisani fajlovi ili čitavi direktorijumi. Provajder radi *backup* i vraća sistem datoteka kakav zahtevamo. To znači da ne moramo da platimo nekoga ko će da obavlja ove zadatke i bude odgovoran za ispravno funkcionisanje skladišta podataka.



Slika 1. Kategorije servisa u cloud computing tehnologiji

Međutim, postoje i određeni nedostaci skladišta kao servisa. Prvo, zavisnost od Interneta, kao mehanizma koji nam omogućava da se povežemo sa provajderom ovog servisa. Ako dođe do prekida u radu mreže, gubimo vezu sa našim podacima. Drugo, performanse mogu biti problem. U odnosu na lokalno skladištenje, gde se diskovi fizički nalaze u blizini aplikacija koje ih koriste, skladište kao servis ne pruža iste performanse. Tako, ako su performanse kritičan faktor uspeha, korišćenje skladišta kao servisa nije adekvatan pristup. Brzina tipične *Internet* veze je duplo manja u poređenju sa brzinom lokalne mreže. Konačno, troškovi skladišta kao usluge mogu biti previsoki kada se uporede sa troškovima klasičnih rešenja. Ako su zaposleni ili aplikacije u istoj zgradi, prednosti skladišta kao servisa u odnosu na lokalna skladišta se gube.

Baza podataka kao servis (engl. *Database-as-a-service*), pruža mogućnost da se iskoriste servisi baza podataka koje su hostovane negde daleko, da se dele sa drugim

korisnicima i da logički funkcionišu kao da je baza podataka smeštena na lokalnom serveru. Možemo sami sebi da obezbedimo bazu podataka, tako što kreiramo tabele, učitavamo podatke i pristupamo podacima korišćenjem ponuđenog interfejsa, sve na zahtev i putem *cloud computing* tehnologije. Provajderi baza podataka kao servisa pružaju ne samo osnovne funkcije baza podataka, već i servise specifične za pojedine brendove, kao što su *Oracle*, *Sybase* i *Microsoft*. Prednosti baze podataka kao servisa uključuju smanjivanje troškova hardvera i softvera, usklađivanjem udaljene baze podataka sa sopstvenim potrebama. Troškovi licenci sistema za upravljanje bazama podataka čine veći deo budžeta namenjenog za softver, pa će izbegavanje tih troškova znatno doprineti smanjenju ukupnih troškova. Drugo, troškovi održavanja baza podataka, uključujući pravljenje rezervnih kopija, *restore* baze podataka i upravljanje korisnicima, mogu se izbeći upotrebom baza podataka kao servisa. Ne moramo da se fokusiramo na aktivnosti održavanja baza podataka, već na njihov dizajn i korišćenje. Konačno, izbegavamo zadatak nadogradnje i popravljanja grešaka u bazi podataka.

Baza kao servis ima nekoliko nedostataka. Prvo, postoje pravna pitanja i pitanja u vezi sa privatnošću podataka. U nekim slučajevima korišćenje udaljenih baza podataka je nezakonito i/ili nije odgovarajuće za neke vrste podataka. Drugo, bezbednost podataka može biti problem kada se koristi baza podataka kao servis. Kada nam je potrebna potpuna sigurnost, korišćenje udaljenih baza podataka koje sami ne kontrolišemo i ne obezbeđujemo može imati suprotan efekat, u zavisnosti od tipa podataka koje čuvamo u tim bazama podataka. Treće, mnogi interfejsi koje nude provajderi baze podataka kao servisa su vlasničke prirode, što može značiti da će biti teško da se iskoriste od strane aplikacija koje treba da pristupe podacima. Iako se mnogi provajderi *cloud computing* usluga okreću ka standardnim interfejsima, ipak treba testirati njihove interfejse i/ili *API* (*Application Programming Interface*). Konačno, neki provajderi baza podataka kao servisa nude samo podskup mogućnosti koje se mogu naći u tradicionalnim bazama podataka. Možemo otkriti da nam u bazama podataka nedostaju neke karakteristike i funkcije koje koriste naše poslovne aplikacije. Na primer, uskladištene procedure i trigeri nisu podržani na isti način kao u lokalnim bazama podataka.

Informacija kao servis (engl. *Information-as-a-Service*), odnosi se na sposobnost konzumiranja bilo koje vrste informacija hostovanih kod udaljenog domaćina. To mogu biti npr. informacije o cenama akcija, provera adresa, kreditno izveštavanje, kroz dobro definisane interfejse, kao što su *API*. Kao što je slučaj kod korišćenja baze podataka kao servisa i ovde moramo da razmotrimo interfejse koje nudi provajder informacija kao servisa.

Proces kao servis (engl. *Process-as-a-Service*) odnosi se na udaljeni resurs koji može da poveže mnoge resurse zajedno kako bi stvorio poslovni proces. Resursi koji se povezuju u poslovni proces mogu biti hostovani kod istog *cloud computing* domaćina a mogu biti i udaljeni.

Integracija kao servis (engl. *Integration-as-a-Service*), je sposobnost da se iz oblaka isporuči sve što je neophodno kod integracije aplikacija: interfejsi sa aplikacijama, semantička medijacija, kontrola toka podataka i dizajn integracije. Integracija kao servis obuhvata većinu mogućnosti i funkcija koje se mogu naći kod tradicionalnih *EAI* (*Enterprise Application Integration*) tehnologija, s tim što su isporučene kao servis. Prednost integracije kao servisa je da možemo da ostvarimo prilično skupu

funkcionalnost integracije softvera, po ceni zakupa a ne kupovine. Loša strana su mnogobrojna nerešena pitanja koja se tiču *firewall* medijacije.

Bezbednost kao servis (engl. *Security-as-a-Service*), je sposobnost da se uz pomoć *Interneta* isporuče udaljeni bezbednosni servisi. Bezbednosni servisi danas su često rudimentarni. Uz pomoć *cloud computing* tehnologije i sofisticirani servisi, kao što je menadžment identiteta, postaju dostupni. Bezbednost kao servis teško je prodati s obzirom da je bezbednost tipično slaba tačka *cloud computing* tehnologije. Pružanje bezbednosti na zahtev izgleda kao neprirodan čin. Međutim, postoje trenuci kada isporučivanje bezbednosti iz oblaka ima smisla, kao što je obezbeđivanje klastera resursa iz oblaka. Može se sprovesti bezbednosna hijerarhija između fizičkih organizacija van oblaka. Takođe se iz oblaka, na zahtev, mogu isporučiti usluge šifrovanja ili rešenja za upravljanje identitetima.

Upravljanje kao servis (engl. *Management-as-a-Service*), je bilo koji servis na zahtev koji pruža sposobnost upravljanja jednim ili više servisa iz oblaka, obično jednostavnih stvari kao što su: topologija, korišćenje resursa, virtuelizacija i menadžment neprekidnog rada.

Testiranje kao servis (engl. *Testing-as-a-Service*), je sposobnost testiranja lokalnih sistema ili sistema iz oblaka, korišćenjem udaljenih softvera i servisa za testiranje. Uz pomoć testiranje kao servis sistema imamo mogućnost da testiramo aplikacije iz oblaka, Web sajtove, interne poslovne sisteme. Prednosti korišćenja ove vrste servisa iz oblaka uključuju mogućnost da se izbegne kupovina test servera i softvera za testiranje.

Aplikacija kao servis (engl. *Application-as-a-Service*), poznat i kao **softver kao servis** (engl. *Software-as-a-Service, SaaS*), je svaka aplikacija isporučena krajnjem korisniku putem *Web* platforme, tipično kroz *Web browser* [2]. Treba napomenuti da *SaaS* predstavlja opšti naziv za model isporučivanja softvera sa servisa i ne koristi se samo u tehnologiji oblaka, već se može sresti i kod drugih tehnologija. Karakteristike *SaaS*-a su:

- isporuka preko *Web*-a,
- plaćanje po upotrebi,
- centralizovana podrška.

Korisnik *SaaS* softvera ne mora da instalira nikakav dodatni softver na svojoj mašini, ne mora da zna gde je softver fizički lociran, koji operativni sistem koristi i na kom je programskom jeziku napisan [3]. Korisnik treba da bude povezan na Internet i da ima instaliran *Web browser*. Obično se pre korišćenja servisa u oblaku zahteva registracija korisnika, a ukoliko je korisnik već registrovan onda se zahteva samo njegovo prijavljivanje. Glavna razlika u odnosu na druge modele isporučivanja softvera je u načinu naplate. Koncept naplate u *SaaS* modelu je naplata po korišćenju. To znači da ukupna cena nije fiksna već se menja, u zavisnosti od utrošene procesorske snage, prostora, memorije i protoka. Unapred je određena cena po kvantumu usluge i plaća se samo onoliko koliko se potroši [4]. Na taj način može se doći do značajnih ušteda.

Podrška kod *SaaS* modela je centralizovana što predstavlja veliku prednost. To znači da svi korisnici rade na istoj aplikaciji i ukoliko se uoče problemi ili nedostaci, oni se rešavaju na nivou celog sistema a ne na nivou pojedinačnog korisnika [5]. Najjednostavniji *SaaS* primer je *Gmail*. *Gmail* je program za elektronsku poštu kome pristupamo pomoću *Web browser*-a. Istu funkcionalnost omogućuje kao i *Outlook* ili

Apple mail program, s tim što za razliku od *Gmail*-a oni zahtevaju instalaciju posebnog softvera na računaru. *SalesForce.com* je primer komercijalne varijante softvera kao servisa. To je softver namenjen velikim preduzećima i služi za održavanje odnosa sa kupcima poznatiji pod nazivom *CRM (Customer Relationship Management Software)*. Za korišćenje ovog softvera je kao i za *Gmail* potreban samo *Web browser*, a jedina razlika je što *SalesForce* nije besplatan. Klijent predstavlja lagani alat pomoću koga se korisnici povezuju na oblak. Klijent obično predstavlja *Web browser* kao na primer *Mozilla Firefox* ili *Internet Explorer*. Klijenti mogu biti čak i drugi sajtovi. Klasičan primer korišćenja sajta kao klijenta su *Facebook* aplikacije.

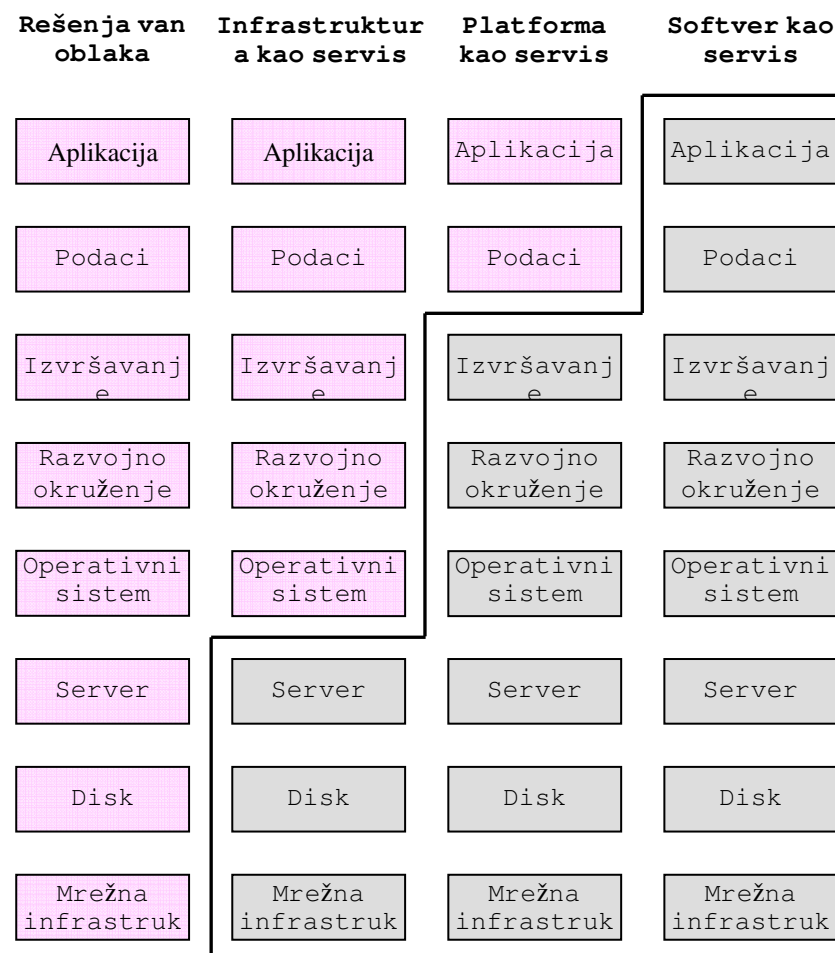
Infrastruktura kao servis (engl. *Infrastructure-as-a-Service, IaaS*) je naziv koji se odnosi na isporučivanje infrastrukture kao servisa. U to spadaju: serveri, procesorska snaga, memorija, prostor na disku, mrežna oprema i ostali resursi računarskih centara. Glavne karakteristike *IaaS*-a su:

- hardver,
- virtuelizacija,
- plaćanje po upotrebi,
- mrežna oprema,
- izlaz na Internet.

Fizička komponenta infrastrukture oblaka je hardver. Pod hardverom se podrazumevaju serveri, koji se danas masovno proizvode i čija pojedinačna cena ne mora biti velika. Ključna reč kod infrastrukture oblaka je virtuelizacija. Svi serveri u oblaku su virtuelizovani i ponašaju se kao jedna mašina [6]. Tačan broj servera unutar farme servera je nevažan. Više ima smisla posmatrati okruženje kao celinu u kome se različite aplikacije bore za resurse, a da ne moraju da vode računa o tome da li će imati dovoljno resursa. Što se više resursa potroši kompanije koje pružaju usluge iz oblaka više zarađuju, pa im je samim tim u interesu da obezbede što je više moguće resursa. Pomoću virtuelizacije postiže se maksimalna horizontalna skalabilnost resursa. Umesto da kupuju sopstvene servere, softver, mrežnu opremu i ostale komponente informacionog sistema, korisnici to prepuštaju nekoj drugoj kompaniji čiji je to posao. Korisnici plaćaju ono što koriste ali samo onoliko koliko koriste. Pod mrežnom opremom podrazumevaju se *firewall*-ovi, *load balancer*-i, *router*-i, *switch*-evi i ostale mrežne komponente koje su neophodne za funkcionisanje oblaka.

Platforma kao servis (engl. *Platform-as-a-Service, PaaS*) je naziv koji označava model isporučivanja operativnih sistema kao servisa zajedno sa ostalim servisima, putem Interneta, bez skidanja i instalacije. *PaaS* je poznat i pod nazivom *cloudware*. *PaaS* nudi različite kombinacije servisa u oblaku za podršku svih faza razvojnog ciklusa aplikacije. Ti servisi mogu biti: integrisano razvojno okruženje, kontrola izvornog koda, kontrola verzija, praćenje izmena koda, interaktivni testovi za više korisnika, podrška za razvoj aplikacija sa bogatim korisničkim interfejsom (engl. *Rich Internet Application, RIA*), podrška za saradnju i upravljanje razvojnom tima. *PaaS* je posebno zgodan kada se razvojni tim sastoji od članova koji se nalaze na različitim geografskim lokacijama. *PaaS* rešenja su razvojne platforme u kojima su razvojni alati smešteni u oblaku i kojima se pristupa pomoću *Web browser*-a. Sa *PaaS*-om, projektanti mogu da grade aplikacije bez instaliranja bilo kakvih alata na svojim računarima i mogu isporučivati aplikacije bez specijalizovanih veština za administraciju sistema.

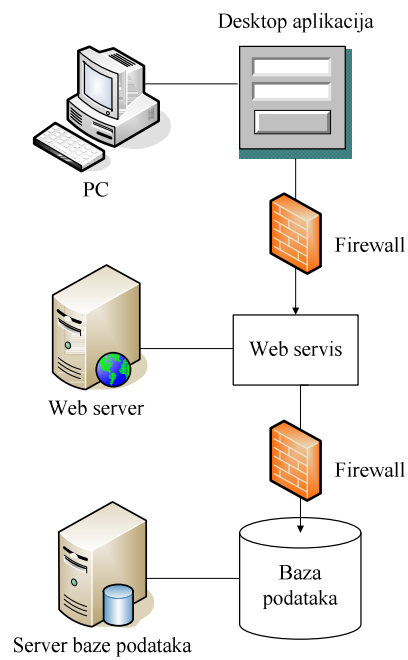
Na slici 2 roze bojom su prikazane nadležnosti provajdera servisa iz oblaka, a plavom bojom nadležnosti klijenta, u zavisnosti od izabrane vrste usluge *cloud computing* platforme.



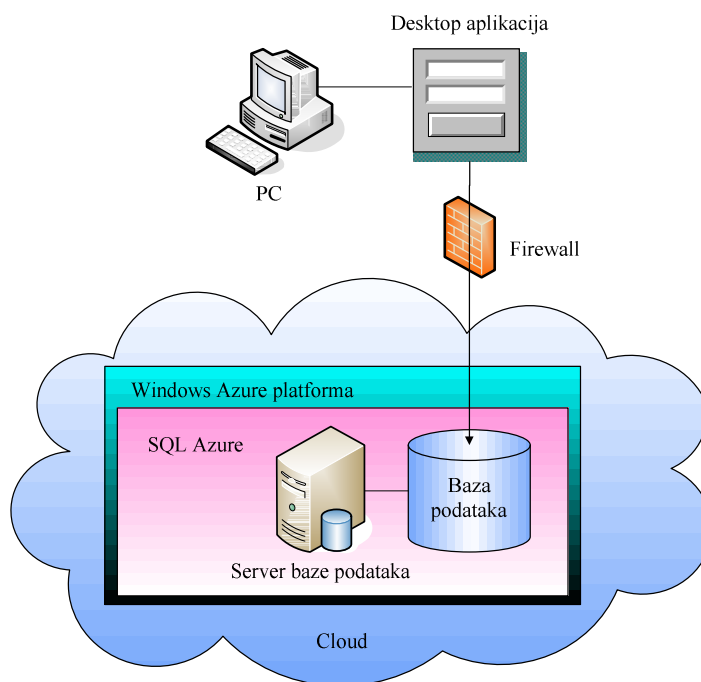
Slika 2. Nadležnosti provajdera i klijenta kod različitih vrsta servisa iz oblaka

3. Modeli isporuke servisa u *cloud computing* tehnologiji

Na slici 3 prikazan je standardni model korišćenja *Web* servisa kod rešenja van oblaka. Kod ovog modela *Web* servis je hostovan na lokalnom *Web* serveru. Lokalna *Desktop* aplikacija poziva *Web* servis koji preuzima podatke iz lokalne baze podataka, hostovane na lokalnom serveru. Na slici 4 prikazan je model isporuke baze podataka kao servisa iz oblaka. Kao primer, prikazana je *Microsoft SQL Azure* platforma za hostovanje relacionih baza podataka u oblaku. Lokalna *Desktop* aplikacija, putem sopstvenog korisničkog interfejsa, pristupa bazi podataka u oblaku.

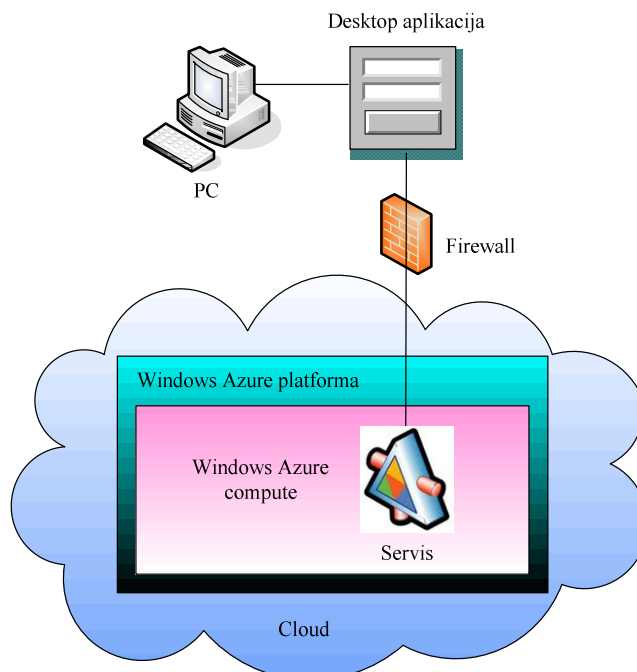


Slika 3. Lokalna aplikacija pristupa lokalnim podacima



Slika 4. Lokalna aplikacija pristupa podacima u oblaku

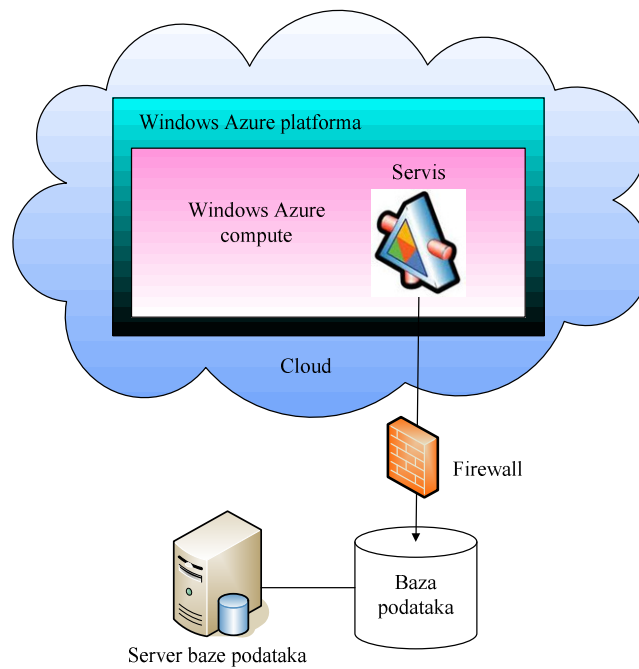
Na slici 5 prikazan je model isporuke softvera kao servisa iz oblaka. Na prikazanom primeru lokalna *Desktop* aplikacija poziva *Web* servis hostovan na *Microsoft Windows Azure* platformi. Slično *Desktop* aplikacijama, softver kao servis iz oblaka mogu koristiti i *Web* aplikacije, hostovane na nekom *Web* serveru van oblaka [7]. U postojećim *Desktop*, odnosno *Web* aplikacijama potrebno je samo izvršiti inicijalizaciju *Web* servisa hostovanog na *cloud computing* platformi.



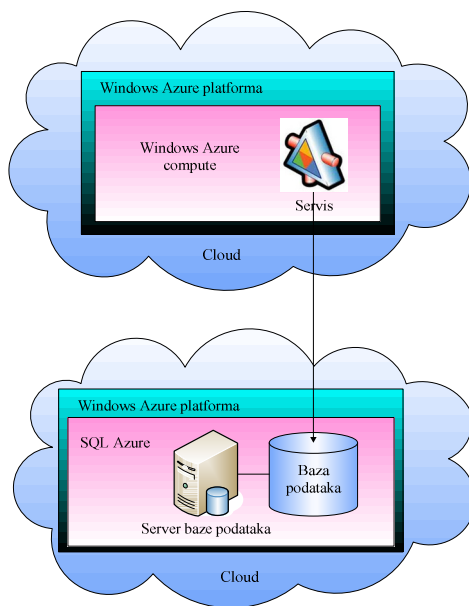
Slika 5. Lokalna aplikacija poziva servis iz oblaka

Na slikama 6, 7 i 8 prikazana su tri primera korišćenja *Web* servisa, tj. softvera kao servisa iz oblaka. Na slici 6 *Web* servis iz oblaka pristupa podacima iz lokalne baze podataka. Na slici 7 *Web* servis iz oblaka pristupa podacima iz baze podataka hostovane u oblaku. Na slici 8 *Web* servis iz oblaka poziva drugi *Web* servis iz oblaka. *Web* servisi koji pristupaju lokalnim bazama podataka, odnosno bazama podataka u oblaku, mogu biti dizajnirani za potrebe preuzimanja podataka iz baze, kao i za potrebe ažuriranja podataka u bazi. U lokalnoj *Desktop* ili *Web* aplikaciji, koja koristi *Web* servis hostovan na *cloud computing* platformi, potrebno je inicijalizovati *Web* servis i razviti korisnički interfejs za generisanje upita nad bazom podataka i/ili ažuriranje baze podataka.

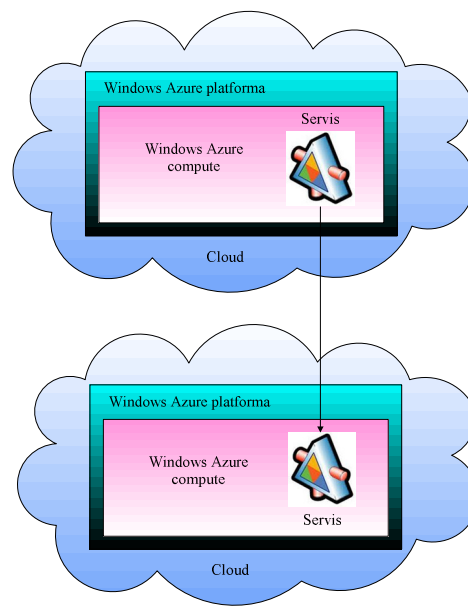
Microsoft nudi četiri načina pristupa podacima, bez obzira da li su hostovani u lokalnim bazama podataka ili u bazama podataka u oblaku: *ADO.Net*, *ODBC*, *PHP*, *JDBC*. Koja tehnologija pristupa podacima će biti izabrana zavisi od vrste aplikacije i razvojnog okruženja u kojem je aplikacija kreirana. Budući da se za pristup podacima u oblaku i van oblaka koriste iste tehnologije, migracija baza podataka sa lokalnih servera u oblak ne zahteva obimne intervencije u postojećim aplikacijama.



Slika 6. Servis iz oblaka pristupa lokalnim podacima



Slika 7. Servis iz oblaka pristupa podacima u oblaku



Slika 8. Servis iz oblaka poziva servis u oblaku

4. Zaključak

Treba imati na umu da će se komponente *cloud computing* tehnologije menjati kako se razvija tržište informacionih tehnologija. Međutim, opšti obrasci korišćenja *cloud computing* tehnologije, predstavljeni u ovom radu, biće relativno konzistentni tokom *cloud computing* evolucije. Važno je razumeti: kakve resurse možemo dobiti iz oblaka, obrasce rešenja u oblaku koji se nude i kako oni mogu da se uklope sa našim postojećim servisno orijentisanim rešenjima, da bi ih učinili efikasnijim i efektivnijim. U tom smislu pregled modela isporuke servisa iz oblaka, dat u ovom radu, može biti koristan.

Zahvalnost

Ovaj rad delimično je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, u okviru projekata pod brojem 036012.

Literatura

- [1] Linthicum, D. S., *Cloud Computing and SOA Convergence in Your Enterprise*, Pearson Education, Boston, 2010.
- [2] Rodero-Merino, L., Vaquero, L. M., Gil, V., Galán, F., Fontán, J., Montero, R. S. & Llorente, I. M., "From infrastructure delivery to service management in clouds", *Future Generation Computer Systems*, 26(8), pp. 1226-1240, 2010.
- [3] Zhu, Y., Wang, J., Wang, C., Ripple: "A publish/subscribe service for multidata item updates propagation in the cloud", *Journal of Network and Computer Applications*, 34(4), pp. 1054-1067, 2011.
- [4] Stanoevska-Slabeva, K., Wozniak, T., Ristol, S. (Editors), *Grid and Cloud Computing*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2010.
- [5] Furht, B., Escalante, A., *Handbook of Cloud Computing*, Springer Science+Business Media, New York, 2010.
- [6] Rimal, B. P., Jukan, A., Katsaros, D., Goeleven, Y., "Architectural Requirements for Cloud Computing Systems: An Enterprise Cloud Approach", *Journal of Grid Computing*, 9(1), pp. 3-26, 2010.
- [7] Janković, S., Mladenović, S., "Modeli B2B integracije u cloud computing okruženju", *Info M*, Vol. 43, str. 26-32, oktobar 2012.

Abstract: *Cloud computing technology offers the following categories of services: storage, database, information, process, integration, security, management, testing, application, infrastructure and platform. In this paper we discuss the possibilities, advantages and disadvantages of different categories of cloud services, and present the cloud services delivery models.*

Keywords: *cloud computing, categories of cloud services, cloud services delivery models*

SERVICE DELIVERY MODELS IN CLOUD COMPUTING TECHNOLOGICAL ENVIRONMENT

Sladana Janković, Snežana Mladenović