

CLOUD COMPUTING OKRUŽENJE U MREŽAMA NAREDNE GENERACIJE

Andreja Samčović

Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet

Sadržaj: *Cloud computing se poslednjih par godina nametnuo kao novo okruženje za hostovanje i isporuku servisa preko interneta. Cloud computing je postao atraktivan za provajdere servisa, jer im omogućava da krenu sa malim resursima i da ih povećavaju relativno jednostavno ukoliko postoji povećana potreba za njima. Međutim, uprkos tome što cloud computing pruža značajne pogodnosti kod informaciono-komunikacionih tehnologija, ovaj koncept je još na samom početku, pri čemu na brojna pitanja treba tek da se odgovori. Cilj ovog rada je bolje upoznavanje sa pojmom cloud computing-a, arhitekturom, kao i modelima oblaka. Iako su prednosti usvajanja cloud computing-a brojne, postoje i neke značajne prepreke, od kojih je najbitnije pitanje bezbednosti.*

Ključne reči: *cloud computing, internet, mreže, infrastruktura, bezbednost, korisnici*

1. Uvod

Sa ubrzanim razvojem tehnika za obradu i memorisanje informacija, kao i uspehom interneta, računarski resursi postaju snažniji, dostupniji i jeftiniji više nego ikada. Trend razvoja informacionih i komunikacionih tehnologija (ICT) omogućio je uvođenje i realizaciju novog okruženja koje se naziva *cloud computing* (računarstvo u oblaku) kod koga se resursi iznajmljuju na zahtev korisnika preko interneta. U *cloud computing* okruženju tradicionalna uloga provajdera servisa se razdvaja na dve nove uloge: provajdera infrastrukture i provajdera servisa. Provajder infrastrukture upravlja *cloud* platformama i iznajmljuje resurse prema modelu tarifiranja na osnovu korišćenja infrastrukture. Sa druge strane, provajderi servisa rentiraju resurse od jednog ili više provajdera infrastrukture kako bi opslužili krajnje korisnike. *Cloud computing* je uticao na informacione i komunikacione tehnologije poslednjih par godina tako što su velike kompanije kao što su *Google*, *Amazon* i *Microsoft* uspostavile snažne, pouzdane i efikasne *cloud* platforme i na taj način uticale na poslovno okruženje da ostvaruje dobiti od ovog novog koncepta.

Sama ideja *cloud computinga* nije tako nova. Termin oblak je korišćen u drugom kontekstu pri opisu velikih mreža sa asinhronim transfer modom (ATM) u 1990-im godinama. Međutim, tek nakon što je *Eric Schmidt* iz kompanije *Google* uveo ovaj pojam za opis modela poslovanja provajdera servisa preko interneta 2006. godine, koncept *cloud computing* je počeo ubrzano da dobija na popularnosti. U literaturi postoji preko dvadeset definicija ovog pojma. Po američkom Nacionalnom institutu za standarde i tehnologiju, *cloud computing* je model kojim se obezbeđuje pogodan pristup mreži na

zahtev raspodeljenim resursima, koji mogu biti mreže, serveri, memorije, aplikacije i servisi. Pri tome resursi mogu da budu obezbeđeni i realizovani uz minimalnu interakciju provajdera servisa [1].

Glavni razlog za postojanje različitih percepcija *cloud computing*-a leži u tome što to, u stvari, nije nova tehnologija, već novi model koji dovodi niz postojećih tehnologija u poslovno okruženje na novi način. S tim u vezi, *cloud computing* utiče na postojeće informacione i komunikacione tehnologije da odgovore na današnje tehnološke i ekonomske zahteve.

Cloud computing koristi model tarifiranja *pay-as-you-go*. Provajderi servisa nemaju potrebe za investiranjem u infrastrukturu, tako da mogu bez tih ulaganja da počnu da ostvaruju dobit kroz jednostavno korišćenje oblaka prema svojim potrebama i plaćanju za korišćenu uslugu [2].

Resursi u *cloud computing* okruženju mogu da se brzo alociraju i ponovno lociraju prema zahtevu. Prema tome, provajderi servisa nemaju više potrebe da usklađuju kapacitete prema vršnom opterećenju. Time se obezbeđuju značajne uštede, pošto se resursi čuvaju kada je zahtev za servisima relativno nizak.

Servisi koji se nalaze u oblaku su generalno web orijentisani. Zbog toga su jednostavno dostupni preko internet konekcija brojnim uređajima kao što su stoni, laptop i tablet računari, ili mobilni telefoni.

Izmeštanjem infrastrukture servisa u oblake, provajder servisa pomera rizike svog poslovanja prema provajderima infrastrukture, koji su često bolje opremljeni za upravljanje rizicima. Osim toga, provajderi servisa mogu time da otklone troškove vezane za održavanje hardvera i obuku personala.

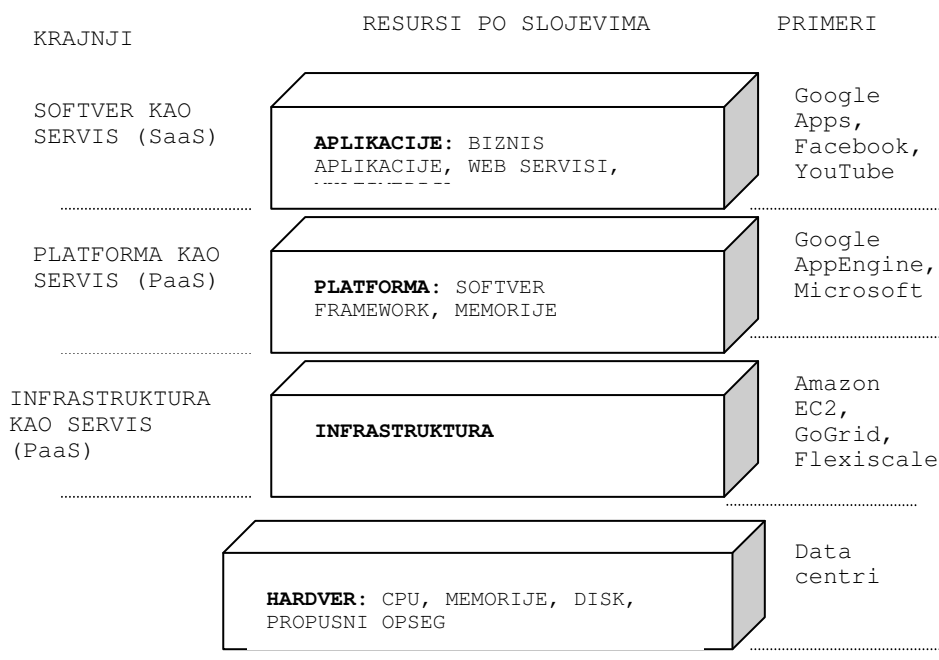
Posle uvodnog dela, u drugom delu rada razmotrena je *cloud computing* arhitektura. Sledeće poglavlje opisuje model isporuke *cloud computing* servisa. U narednom poglavlju predstavljene su modeli oblaka: javni, privatni, hibridni i virtuelni privatni oblaci. U nastavku su razmotreni neke prednosti i nedostaci *cloud computing* okruženja. Poslednje poglavlje obuhvata neka zaključna razmatranja.

2. Cloud computing arhitektura

Arhitektura za *cloud computing* okruženje može da se podeli u četiri sloja,; hardverski sloj, sloj infrastrukture, sloj platforme i sloj aplikacije, što je pokazano na Slici 1.

Hardverski sloj je odgovoran za upravljanje fizičkim resursima oblaka, uključujući servere, rutere, kao i sisteme za energiju i hlađenje. U praksi, hardverski sloj se tipično implementira u data centrima. Data centri uobičajeno sadrže hiljade servera koji su povezani preko svičeva i rutera. Hardverski sloj uključuje konfiguraciju hardvera, sistem za toleranciju na greške, upravljanje telekomunikacionim saobraćajem, kao i upravljanje energetskim i sistemom za hlađenje.

Infrastrukturni sloj se često naziva i sloj virtuelizacije, a u sebi uključuje računarske resurse, kao i sisteme za memorisanje informacija. Sloj se dobija podelom fizičkih resursa koristeći tehnike virtuelizacije. Infrastrukturni sloj je osnovna komponenta za *cloud computing*, pošto se, recimo, dodela dinamičkih resursa odvija preko tehnologija virtuelizacije.



Slika 1. Cloud computing arhitektura

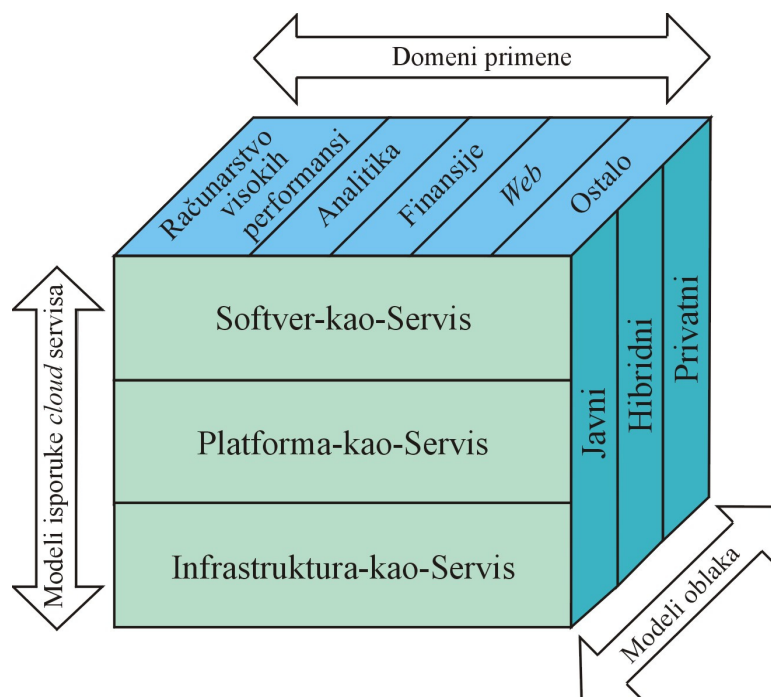
Sloj platforme se sastoji iz operativnih sistema i *frameworka* za aplikacije.

Sloj aplikacije se nalazi na vrhu hijerarhije arhitekture za *cloud computing* i sastoji se iz aktuelnih *cloud* aplikacija. Za razliku od tradicionalnih aplikacija, *cloud* aplikacije mogu automatski da se prebace na skaliranje, tako da onda ostvaruju bolje performanse, dostupnost, uz manje operativne troškove.

Može se izvući zaključak da je *cloud* arhitektura modularne prirode. Svaki sloj je spregnut sa slojevima iznad i ispod, pri tome obezbeđujući da svaki sloj radi nezavisno jedan od drugog. Način konfiguracije je sličan OSI (*Open Systems Interconnection*) modelu za mrežne protokole. Modularnost arhitekture omogućava *cloud computing*-u da podrži širok opseg zahteva aplikacija, pri tome smanjujući troškove za upravljanje i održavanje.

3. Model isporuke *cloud* servisa

Cloud computing koristi model isporuke servisa poznat pod akronimom *SPI* (*Software Platform Infrastructure*) i označava tri najveće grupe servisa koji se pružaju putem oblaka, a to su: Softver-kao-Servis (*SaaS*, *Software-as-a-Service*), Platforma-kao-Servis (*PaaS*, *Platform-as-a-Service*) i Infrastruktura-kao-Servis (*IaaS*, *Infrastructure-as-a-Service*) [3]. Slika 2 ilustruje vezu između ovih servisa, njihove upotrebe i modela oblaka. Hardverski i resursi iz platforme se isporučuju na osnovu zahteva korisnika. Svaki sloj iz arhitekture može da se implementira kao servis sloja koji se nalazi iznad. Slično tome, svaki sloj može da se posmatra kao korisnik sloja koji se nalazi ispod njega.



Slika 2. Model isporuke cloud servisa [3]

3.1 Softver-kao-Servis (SaaS, Software-as-a-Service)

Koncept Softver-kao-Servis (*SaaS*) modela se sastoji u tome da korisnik iznajmljuje softver od strane proizvođača koji ga drži u svom data centru i pruža pristup sistemu preko interneta na bazi pretplate. Korisnik može da pristupi servisu preko bilo kog uređaja za pristup. Pri tome postoje dva osnovna modela: prvi je klasični, licencni softver, koji radi na web serveru, a koji vlasnik softvera instalira, implementira i održava. Drugi model predstavlja tkz. hostovano rešenje. To znači da vlasnik softvera brine o hostingu, platformi, kao i o svim ostalim tehničkim detaljima vezanim za poslovni softver na webu.

Filozofija iza *SaaS* modela počiva na konceptu prodaje softvera kao kompletnog seta usluga nasuprot prodaji licenci softvera bez uračunatih troškova implementacije, integracije i održavanja. Softver je hostovan kod proizvođača koji poseduje fizičke, tehničke i ljudske resurse za rad, održavanje i podršku. Ovaj koncept bi trebalo da omogući dostupnost softvera 24 časa dnevno, 7 dana u nedelji. Poenta je u prebacivanju fokusa sa krajnjeg korisnika na vlasnika softvera ili na provajdera koji pruža uslugu korišćenja neke aplikacije. Umesto da korisnik brine o serverima, kao i njihovom održavanju u softverskom i hardverskom smislu, vlasnik licence softvera brine o svemu tome.

Prednosti *SaaS* modela ogledaju se u sledećem:

- *SaaS* omogućava brži pristup novim tehnologijama;
- Naglasak je na poslovnom modelu, pre nego na tehnologiji;

- Bržem razvoju i otklanjanju grešaka;
- Poboljšanoj sigurnosti, performansama i dostupnosti aplikacija;
- Pristupu podacima bilo kada, bilo sa koje lokacije;
- Mogućnosti proširenja i prilagođavanju promeni poslovnih procesa;
- Nižim inicijalnim troškovima;
- Lakšem predviđanju troškova, kao i
- Izbegavanju „zarobljavanja” u tehnologiju.

Primeri za *SaaS* model bili bi servisi koje *Google* isporučuje besplatno korisnicima interneta, kao što su *Google Document* i *Google Calendar*.

3.2 Platforma-kao-Servis (*PaaS, Platform-as-a-Service*)

PaaS model obezbeđuje aplikaciju ili razvoj platforme kod koje korisnici sami kreiraju aplikacije koje će pokrenuti na oblaku bez potrebe da prethodno instaliraju odgovarajući alat. Sam korisnik kontroliše aplikacije koje se pokreću u tom okruženju, ima određena prava korišćenja, ali nema potpuna prava nad operativnim sistemom, mrežom, ili hardverom koji ta aplikacija koristi.

PaaS rešenja se uobičajeno isporučuju kao integrisani sistem pružajući istovremeno razvojnu platformu i infrastrukturu na kojoj će se aplikacije izvršavati. *PaaS* predstavlja platformu koja omogućava kreaciju web aplikacija brzo i jednostavno, pri tome izbegavajući kupovinu i održavanje softvera i neophodne infrastrukture. Za razliku od *SaaS* modela, *PaaS* je rešenje za kreaciju aplikacija koje se isporučuju preko weba.

Karakteristike *PaaS* modela omogućuju razvoj, testiranje, primenu, hostovanje i održavanje aplikacija u istom integrisanom razvojnom okruženju. Korisnički interfejs preko weba pomaže pri kreiranju, modifikaciji, testiranju i primeni različitih scenarija. Arhitektura platforme omogućava da više korisnika istovremeno koristi odgovarajuće aplikacije. Osim toga, integracija sa web servisima i bazama podataka može da se ostvaruje preko odgovarajućih standarda. *PaaS* omogućuje alate za upravljanje pretplatom i modelima tarifiranja.

Primeri za *PaaS* modele su *Google AppEngine*, *Microsoft Azure Services*, kao i *Force.com* platforma. *Google AppEngine* predstavlja platformu za razvoj skalabilnih web aplikacija koje se izvršavaju na vrhu infrastrukture servera kompanije *Google*. Pri tome se obezbeđuje prednost korišćenja dodatnih *Google*-ovih usluga kao što su *Mail* i *Datastore*.

3.3 Infrastruktura-kao-Servis (*IaaS, Infrastructure-as-a-Service*)

Model Infrastruktura-kao-Servis (*IaaS*) se odnosi na praksu korišćenja infrastrukture na bazi virtuelnih ili fizičkih resursa od strane korisnika na sličan način na koji se koriste komunalne usluge. To znači da korisnik plaća usluge koje zaista i koristi (utrošenu procesorsku snagu, prostor za memorisanje na disku, operativni sistem i sl.). Korisnici se tarifiraju na bazi ostvarene potrošnje (*pay-per-use*) i imaju mogućnost da postave svoju aplikaciju na vrhu resursa koji se hostuju i upravljaju u data centrima vlasnika oblaka. Tarifiranje se obično obavlja preko iznajmljivanja po satima korišćenja, ili na mesečnoj bazi. Pri tome se plaćaju samo oni resursi koji se zaista i koriste, za razliku od tradicionalnog pristupa kod koga se plaća fiksni iznos, iako se ne koriste svi raspoloživi resursi.

IaaS model u sebi uključuje resurse koji se distribuiraju kao servis, omogućava dinamičko skaliranje, više korisnika može istovremeno da pristupi odgovarajućoj infrastrukturi. Oblak je elastičan po svojoj prirodi, što omogućava kontrolu broja resursa koji se koriste na nekoj lokaciji tokom vremena. Korišćenje *IaaS* modela omogućava jednostavniju rekonfiguraciju resursa prilikom neočekivanih promena u telekomunikacionom saobraćaju. Infrastruktura-ka-Servis je pogodna za nove kompanije koje nemaju početni kapital da investiraju u infrastrukturu, tamo gde problemi sa organizacijom poslovanja ubrzano rastu, ili gde postoji potreba za privremenim proširenjem infrastrukture.

Amazon je jedna od glavnih kompanija koje obezbeđuju *IaaS* rešenja, preko oblaka *Elastic Compute Cloud (EC2)*. U okviru njega se obezbeđuje velika računarska infrastruktura i servisi na bazi virtuelizacije hardvera. Svaki put kada operativni sistem radi sa virtuelnim hardverom softver za virtuelizaciju preuzima rad. Svi virtuelni računari mogu biti identični iako se u osnovi fizički računari razlikuju. *Amazonov EC2* omogućuje da svakog dana može da se zakupi onoliko servera koliko je potrebno.

4. Modeli oblaka

Postoji više aspekata koji moraju da se uzmu u obzir prilikom premeštanja aplikacija u *cloud computing* okruženje. Recimo, neki provajderi servisa su više zainteresovani za smanjenje operativnih troškova, dok su drugi zainteresovani više za veću pouzdanost i bezbednost informacija. Na osnovu tih zahteva mogu da se definišu različiti modeli oblaka, od kojih svaki ima svoje dobre osobine i nedostatke. Osnovni modeli oblaka su: javni (eksterni), privatni (interni), hibridni i virtuelni privatni oblaci, koji su se nedavno pojavili.

4.1 Javni oblaci

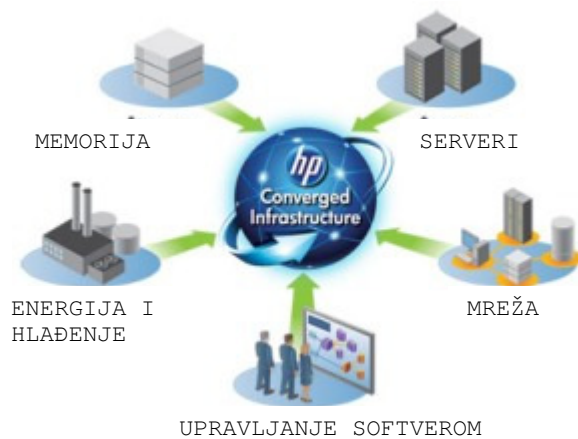
Javni (eksterni) oblaci predstavljaju model kod koga provajderi servisa pružaju svoje resurse kao javno dostupne. Javni oblaci pružaju niz pogodnosti za provajdere servisa, kao što je to što nema potrebe za početnim ulaganjem kapitala u infrastrukturu, čime se rizik ulaganja pomera ka provajderima infrastrukture. Za javni oblak se smatra da se nalazi "negde tamo" na internetu i obično je prepušten kompaniji koja nudi usluge tehnologije oblaka. To je inače trenutno najčešće korišćena vrsta oblaka. Prednosti javnog oblaka u odnosu na privatni oblak su jako velike. Smatra se da su resursi u javnom oblaku bukvalno neograničeni. Troškovi su značajno umanjeni, pošto nema ulaganja u infrastrukturu. Održavanje je prepušteno distributerima oblaka, koji imaju sva prava da utiču na politiku servisa, cene, profit i modele naplate. Međutim, javni oblaci imaju nedostatak smanjene bezbednosti informacija, kao i kontrole nad podacima i mrežom, što može da umanjí efikasnost u nekim modelima poslovanja [4]. Primeri za javne oblake su *Amazon EC2*, *Google AppEngine*, kao i *Force.com*. Usluge oblaka su dostupne brojnim korisnicima preko zajedničke infrastrukture, što je prikazano na Slici 3.



Slika 3. Javni oblak

4.2 Privatni oblaci

Privatni (interni) oblak se formira za ekskluzivno korišćenje samo jednog korisnika, omogućavajući maksimalnu kontrolu nad podacima, bezbednošću, pouzdanošću i kvalitetom usluga. Kompanija poseduje kompletnu infrastrukturu, i ima kontrolu nad aplikacijama koje se isporučuju u privatnom oblaku. Privatni oblak se može nalaziti u prostorijama kompanije koja ga koristi, a može se nalaziti i na nekoj posebnoj lokaciji, na primer računskom centru zaduženom za taj privatni oblak. Slika 4 ilustruje privatni oblak.



Slika 4. Privatni oblak

Privatne oblake može da izgradi sama kompanija koja ga koristi, a može to da prepusti nekom spoljnom provajderu. Privatni oblaci se razlikuju od javnih po tome što se

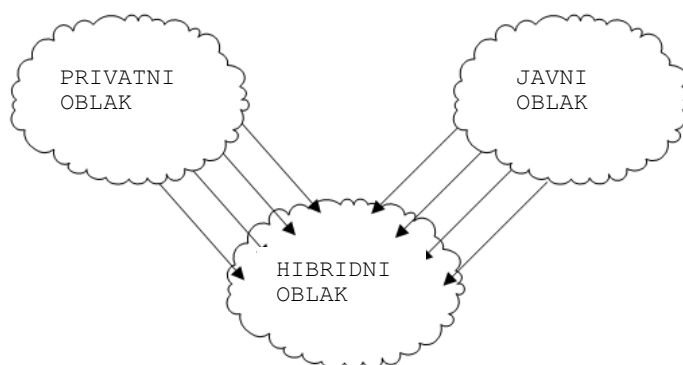
mrežna i računarska infrastruktura dodeljuju samo jednom korisniku (postoji samo jedan zakupac oblaka). Motivacija da se oformi privatni oblak u okviru neke kompanije leži u tome da se maksimiziraju i optimiziraju resursi unutar kuće. Osim toga, aspekt bezbednosti i privatnosti informacija čini privatni oblak interesantnom opcijom [5]. Troškovi prenosa podataka iz lokalne IT infrastrukture ka javnom oblaku su relativno prihvatljivi. Privatni oblaci su pogodan model u akademskim institucijama za obrazovne i istraživačke aktivnosti.

Međutim, često se kritikuje koncept privatnih oblaka zbog toga što su slični tradicionalnom modelu serverskih farmi.

4.3 Hibridni oblaci

Kompanije uvek mogu da odluče da istovremeno koriste i javni i privatni oblak. Na primer, mogu da postoje strogo poverljivi podaci koji ne smeju da napuste prostorije kompanije i ne smeju da budu izloženi mogućnosti da neko drugi do njih dođe. Za takve podatke se koristi privatni oblak. Međutim, isto tako, kompanija može imati veliku količinu podataka koji služe za razne proračune i koji nisu toliko poverljivi, a opet zahtevaju mnogo računarskih resursa pa je za njih pogodniji javni oblak kako bi se uštedelo na dodatnim ulaganjima u infrastrukturu. Kombinacijom javnog i privatnog oblaka dobija se hibridni oblak, što je pokazano na Slici 5. Na taj način se postiže optimizacija bezbednosti i privatnosti uz smanjene ICT investicije.

Hibridni oblak predstavlja kombinaciju javnog i privatnog oblaka i pokušava da prebrodi ograničenja oba modela. Deo servisne infrastrukture koji je osetljiv u pogledu bezbednosti ostaje u privatnom, dok se drugi deo nalazi u hibridnom oblaku. Hibridni oblaci pružaju veću fleksibilnost od druga dva modela. Omogućuju bolju kontrolu i bezbednost nad aplikacijama u poređenju sa javnim oblacima, zadržavajući pri tome mogućnost njihove nadgradnje. Sa druge strane, projektovanje hibridnog oblaka zahteva pažljivije razdvajanje između komponenata privatnog i javnog oblaka.



Slika 5. Hibridni oblak

4.3 Virtuelni privatni oblaci

Kao alternativno rešenje koje pokušava da otkloni nedostatke javnih i privatnih oblaka javlja se u poslednje vreme (od 2009. godine) virtuelni privatni oblak (*Virtual Private Cloud - VPC*) [6]. U osnovi je to platforma koja se postavlja na vrh javnog oblaka. Glavna razlika se sastoji u tome što VPC koristi tehnologiju virtuelnih privatnih mreža koja omogućava provajderima servisa da projektuju sopstvenu topologiju i aspekte vezane za bezbednost informacija. VPC model ne virtuelizuje samo servere i aplikacije, već takođe i komunikacione mreže. S tim u vezi, VPC omogućuje kompanijama siguran prelaz sa vlasničke infrastrukture servisa ka infrastrukturi u oblacima, preko sloja virtuelne mreže.

5. Prednosti i nedostaci *cloud computing* okruženja

Najveća prednost *cloud computing* okruženja jeste korišćenje resursa po potrebi. Korisnici ne moraju da kupuju sopstvenu opremu već plaćaju samo korišćenje oblaka. Pri tome plaćaju koliko im treba umesto iznajmljivanja uz pretplatu ili prethodne rezervacije resursa na duže vreme. Korisnici mogu da plate korišćenje servisa na nekoliko minuta ili sati i pri tome da odrede koliko im resursi trebaju i da otkazu te resurse čim završe sa njihovim korišćenjem.

Takav oblik poslovanja posebno je pogodan za manje kompanije koje tek počinju sa poslovanjem i mogu da izbegnu nabavku skupe opreme za izvršavanje određenih poslova. *Cloud computing* omogućuje vlasnicima oblaka da ih iznajmljuju i po potrebi dodeljuju resurse pojedinim korisnicima na osnovi potreba i prioriteta.

Međutim, prilikom definisanja oblaka postoje mnoge nedoumice. Najveća je ta šta se u stvari podrazumeva pod oblakom i generalno se to određuje na osnovu veličine infrastrukture koja ostvaruje oblak. Kod velikih infrastruktura iskorišćenost i efikasna dodela resursa je veoma bitna za dobro poslovanje. Iz perspektive korisnika stvara se utisak neograničenih telekomunikacionih resursa koje koristi po potrebi. To se obično postiže metodama virtuelizacije i inteligentnim dodeljivanjem resursa.

Najvažniji nedostaci *cloud computing* okruženja se odnose na dostupnost i bezbednost. Od korisnika se traži da im poslovanje zavisi od usluga smeštenih na tuđoj infrastrukturi. Ukoliko dođe do problema i infrastruktura postane nedostupna, to može da im izazove velike poslovne gubitke. Osim toga, same usluge mogu da sadrže tajne podatke koji onda na oblaku moraju da budu adekvatno osigurani. Vlasnik oblaka zbog toga mora da uspostavi odnos sa korisnicima koji se zasniva na poverenju, kao i da osigura privatnost i zaštitu podataka. Ako dođe do narušavanja bezbednosti i gubljenja podataka korisnika, to može vrlo lako da uništi provajdera. Isto može da se dogodi i ako su servisi nepouzdati i previše vremena budu izvan pogona. Korisnici u tom slučaju neće koristiti usluge provajdera koji ne može da im garantuje veliku pouzdanost oblaka.

6. Zaključak

Cloud computing okruženje će postati sve popularnije u neposrednoj budućnosti i to ne samo u poslovnom ambijentu, već i za pojedinačne korisnike. Danas su sve više zastupljeni modeli koji uključuju pristup servisima i sadržajima samo preko interneta.

Korisnici sve više aktivnosti obavljaju preko web pretraživača, od pregleda elektronske pošte, pisanja dokumenata pa do gledanja video zapisa i filmova, kao i slušanja muzičkih sadržaja. Pri tome se izbegavaju lokalne instalacije programa, dok se sadržaj često prikazuje samo u toku podataka i ne ostaje trajno zapisan. Kako korisnici sve više prihvataju pristup svemu preko interneta, ideja oblaka na koje poslovni korisnici stavljaju svoje aplikacije sve je privlačnija. Umesto kupovine sopstvene opreme, mogu da pružaju razne usluge uz relativno nisku cenu, a u današnjem svetu je raznim kompanijama sve važnije da deo svog poslovanja obavljaju na internetu. Moguće je da će u budućnosti korisnici većinom da pređu na operativne sisteme koji uopšte ne instaliraju aplikacije lokalno, već svemu pristupaju preko interneta. Primer za takav operativni sistem je *Google Chrome*. U takvoj budućnosti tehnologije i modeli poslovanja vezani za oblak postaću neozobilazni većini kompanija. Pri tome postoje brojni negativni aspekti vezani za *cloud computing*, počev od bezbednosti informacija pa do problema vlasništva i tarifiranja, koji pri tom moraju da budu adekvatno rešeni.

Literatura

- [1] Weiss A., 'Computing in the Clouds' *netWorker*, Vol.11, No.4, pp. 16-25, 2007.
- [2] Zhang Q., Cheng L., Boutaba, 'Cloud computing: state-of-the-art and research challenges', *Journal Internet Serv. Appl*, Springer, No.1, pp 7-18, 2010.
- [3] Choo K.K.R., 'Cloud computing: Challenges and future directions', *Trends & issues in crime and criminal justice*, No. 400, Australian Institute of Criminology, Australia, pp. 1-6, 2010.
- [4] Mather T., Kumaraswamy S., Latif S., *Cloud Security and Privacy*, First edition, O'Reilly, USA, 2009.
- [5] Carlin S., Curran K., 'Cloud Computing Security', *International Journal of Ambient Computing and Intelligence*, UK, pp. 14-19, January-March 2011.
- [6] Nick J., Cohen D., Kaliski B., 'Key enabling Technologies for Virtual Private Clouds', *Handbook of Cloud Computing*, Springer, USA, 2010.

Abstract: *Cloud computing has emerged over the past few years as a new environment for hosting and delivering services over the Internet. Cloud computing has become attractive to service providers, because it allows to start from the small resources and to increase them if there is a rise in service demand. However, despite that cloud computing offers important advantages to the information-communication technologies, this concept is still at its start, with many questions still to be answered. The aim of this paper is to provide a better understanding with the term of cloud computing, architecture and cloud deployment models. Although there are many benefits to adopting cloud computing, there are also some significant barriers, and the most important are security issues.*

Keywords: *cloud computing, Internet, networks, infrastructure, security, users*

CLLOUD COMPUTING ENVIRONMENT IN THE NEXT GENERATION NETWORKS

Andreja Samčović