

8. CLOUD COMPUTING - RAČUNARSTVO U „OBLAKU”

- *Slika 8.1. Koncept Cloud Computing-a - sve je u „oblaku” i sve je u vidu servisa*



8. CLOUD COMPUTING - RAČUNARSTVO U „OBLAKU”

- *Cloud Computing* je **koncept korišćenja i funkcionisanja računara**
 - ❖ koji je zasnovan na internetu
 - ❖ gde su deljeni resursi, softver i informacije
 - ❖ učinjeni dostupnim na zahtev
- *Cloud Computing* je prirodni naslednik virtuelizacije, arhitekture zasnovane na servisima i računarstvu u vidu usluge (engl. *utility computing*)
- **Detalji su sakriveni od korisnika**, koji više nemaju potrebu da do detalja poznaju ili da kontrolišu infrastrukturu tehnologije u “oblaku” koji je podržava

8.1. POJAM CLOUD COMPUTING TEHNOLOGIJE

- Iako je *Cloud Computing* polje u razvoju računarske nauke, ideja postoji već nekoliko godina. Termin oblak (eng. *cloud*) u imenu ove tehnologije potiče od prastarog označavanja Interneta među stručnjacima, u ranom periodu globalne svetske mreže. Tada se prostor i sva njegova svojstva između umreženih računara označavao oblakom, a povezani računari nisu bili „svesni” šta se u njemu nalazi. Odatle naziv *Cloud Computing*, jer aplikacije postoje na „oblaku” Web servera.
- Tokom 2008. godine *Cloud computing* našao se u središtu zbivanja medija posvećenim informacionim tehnologijama. U roku od samo nekoliko meseci, *Cloud Computing*, nekada relativno malo poznat koncept, postao je najprimamljivija tehnologija. Čitav niz kompanija pridružio se novom trendu, lansirajući nove usluge vezane za *Cloud Computing*.
- Pod pojmom *Cloud Computing* podrazumeva se korišćenje tj. iznajmljivanje računarskih resursa od specijalizovanih kompanija koje te servise nude. Kompanije koje nude usluge iznajmljivanja servisa zovu se „*Managed Service Providers*” i nude široku lepezu servisa koji se naplaćuju na godišnjem ili mesečnom nivou. Suština jeste da kompanije koje koriste usluge *Cloud-a*, plaćaju upravo onoliko koliko računarskih resursa i koriste.
- Glavna prednost *Cloud Computing* koncepta je što **ne postoji inicijalno ulaganje** u informacioni sistem, a to je jedna od glavnih stavki koja je prepreka za razvoj informacionog sistema malih kompanija, jer treba izdvojiti ogromnu količinu novca i uložiti u implementaciju informacionog sistema.

8.1. POJAM CLOUD COMPUTING TEHNOLOGIJE

- Kada uporedimo sa klasičnim načinom upotrebe informacionih sistema vidimo da na strani klasičnog korišćenja imamo inicijalnu (kapitalnu) investiciju u IT infrastrukturu i troškove mesečnog održavanja, dok na strani *Cloud Computing-a* imamo mesečni trošak.
- Ovo je inicijalna prednost pri odlučivanju da li se opredeliti za *Cloud computing* ili ne. U kasnijem izlaganju videćemo i detaljnije razloge za i protiv korišćenja *Cloud computing-a* u zavisnosti od veličine i potreba kompanije.
- U svakom slučaju, treba reći da *Cloud computing nije svemoguće rešenje* za sve situacije i kompanije. Uvek je potrebno pronaći kompromis između efikasnosti, neophodnosti i isplativosti.
- *Cloud Computing* predstavlja isporučivanje IT resursa i servera na daljinu, putem Interneta, telefonske ili privatne mreže. Koncept je proizašao iz ideje iznajmljivanja IT resursa (CPU, memorija, storage prostora...) **kao usluge koja se plaća na osnovu korišćenja.**
- *Cloud Computing karakteriše:*
 - ❖ Velika fleksibilnost
 - ❖ Niski troškovi korišćenja
 - ❖ Nezavisnost uređaja i lokacije
 - ❖ Mogućnost deljenja resursa
 - ❖ Pouzdanost
 - ❖ Skalabilnost
 - ❖ Bezbednost

8.1. POJAM CLOUD COMPUTING TEHNOLOGIJE

- Jedina stvar koju korisnik računara mora da ima da bi mogao da radi u *Cloud Computing* sistemu je softverski interfejs, koji može biti običan **Web Browser**, a *Cloud Computing* mreža obavlja sve ostalo.
- Razvijanjem „računarskog” oblaka nastaje skup više Data centara na jednom mestu kojima se pristupa preko provajdera, a cena korišćenja ove usluge niža je nekoliko puta od cene održavanja sopstvenog data centra.
- *Cloud Computing* ima visoko automatizovanu, otvorenu, fleksibilnu, virtuelizovanu i standardizovanu infrastrukturu, koja je uz to pouzdana i bezbedna.
- Podaci i usluge dobijaju se preko "oblaka" na zahtev i na način koji je prilagođen potrebama korisnika.
- Upravljanje ovim sistemom integrisano je u samo rešenje i potpuno je automatizovano.

8.1. POJAM CLOUD COMPUTING TEHNOLOGIJE

■ *Cloud Computing* tehnologija je:

- ❖ **Bazirana na Web-u** - U svojoj osnovi ima Internet. Pristup resursima i podacima odvija se korišćenjem web browsera, odnosno web protokola komunikacije
- ❖ **Virtuelna** - Upotrebom virtuelizacije moguće je sklapati nizove baza podataka, web servisa, operativnih sistema, ali i hardvera poput hard diskova, mreža, koji su raspoređeni u virtuelne servere
- ❖ **"Tuđe" vlasništvo** - Klijenti pristupaju resursima preko servera i servisa koje ne poseduju. Hardver i softver se ne kupuju niti se plaća njihovo održavanje, već se zakupljuju usluge hardvera i softvera zakupljenog oblaka
- ❖ **Tehnologija na zahtev** - Zbog visokog nivoa apstrakcije, moguće je dodavati ili oduzimati resurse, tip uposlenog hardvera i količinu korišćene memorije, ali i podatke o interkonekcionim mrežama, hard-diskovima ili arhitekturama

8.1. POJAM CLOUD COMPUTING TEHNOLOGIJE

- *Cloud Computing* tehnologija omogućava vrlo jednostavnu upotrebu. Podešavanje parametara i pristup informacijama maskimalno su olakšani i uprošćeni, **te ne zahteva da budete sistem administrator sa iskustvom da biste je koristili.**
- Pošto istovetan hardver deli više klijenata, *Cloud* je tehnologija deljenja **resursa**. Cilj je optimalna uposlenost postojećih mašina, što garantuje ekonomičnost i efikasnost.
- Za uslugu korišćenja *Cloud*-a klijenti plaćaju cenu koja je najčešće na **mesečnom nivou**, a predstavlja sumu utrošenih radnih jedinica, pomnoženu sa cenom jedne radne jedinice.
- **Ekonomska kriza** je pokrenula *Cloud Computing* revoluciju i istakla potrebe kompanija da se fokusiraju na svoju osnovnu delatnost i ostvare uštede u drugim oblastima. Konkurencija na globalnom tržištu favorizuje kompanije koje su fleksibilnije, agilnije i imaju niže troškove.

8.1. POJAM CLOUD COMPUTING TEHNOLOGIJE

■ **Novosti** koje donosi *Cloud Computing* su:

- ❖ **Usluge se plaćaju na osnovu utroška** (*pay-per-use* ili *plati-ono-što-si-potrošio*)
- ❖ **Fiksni mesečni troškovi su niski**, jer *Cloud Computing* mreže koriste prednost koju donosi zajednička, deljiva informaciona infrastruktura
- ❖ **Nije potrebna početna investicija u IT**, što je posebno privlačno malim i srednjim preduzećima i tek osnovanim firmama
- ❖ **Nema potrebe da se instaliraju i održavaju serveri**, upravlja nadgradnjom ili da se brine o tome da li je softver kompatibilan sa hardverom
- ❖ **Nema potrebe za upravljanjem licencama aplikacija**
- ❖ **Lako se može prilagoditi potrebama više korisnika** ili dodatnih usluga- ili se smanje aktivnosti kada potražnja za uslugama sezonski opadne
- ❖ **Mogućnost pristupa dokumentima i podacima sa bilo kog korisničkog računara** umesto vezanosti za određeni uređaj
- ❖ **Može se proširiti, a ne mora da se nabavlja**, čime se značajno povećava agilnost IT usluga

8.2. DEFINICIJA CLOUD COMPUTING-A

- Danas svi govore o *Cloud Computing-u*, i čini se da svako ima različitu definiciju, u zavisnosti od svoj pozicije. Na primer, oni koji rade u oblasti usluga imaće drugačiju definiciju *Cloud Computing-a* od nekoga ko radi na sistemskoj arhitekturi.
- **Prema tome ne postoji tačna definicija za koncept *Cloud Computing-a***, pa tako kompanije za istraživanje tržišta *Gartner and Forrester* nude sledeću definiciju:
- „*Oblast računarstva u kojoj se veoma skalabilni informatički kapaciteti obezbeđuju u vidu usluge isporučene putem interneta brojnim eksternim potrošačima.*“ **Gartner**
- „*Apstrahovana, visoko skalabilna i kontrolisana kompjuterska infrastruktura koja hostuje aplikacije namenjene krajnjim korisnicima i čije se usluge naplaćuju na bazi ostvarene potrošnje.*“ **Forrester**
- **Intel** takođe ima sopstvenu definiciju *Cloud Computing-a*, koja uzima u obzir njegovu arhitekturu i usluge, pri čemu postoji razlika između javnih i privatnih cloud computing mreža:
- *Arhitektura Cloud Computing-a: usluge i podaci egzistiraju u deljenom, dinamički skalabilnom skupu resursa zasnovanom na tehnologijama virtuelizacije i/ili skaliranim aplikativnim okruženjima.*

8.2. DEFINICIJA CLOUD COMPUTING-A

- **Usluge Cloud Computing-a:** *servisi za potrošače ili kompanije realizuju se putem javnog interneta. Oslanjajući se na arhitekturu cloud computing-a, skaliranje usluga vrši se bez intervencije korisnika i obično se naplaćuje na osnovu ostvarene potrošnje.*
- **Privatni Cloud Computing:** *arhitektura oblaka je smeštena iza firewall-a organizacije i pruža informatičke usluge za internu upotrebu.*
- **Cloud Computing** možemo posmatrati kao novi koncept zasnovan na ranijim modelima distribuiranih usluga koji su stvoreni tokom poslednje decenije, uključujući:
 - ❖ računarstvo u vidu usluge (utility computing)
 - ❖ usluge na zahtev (on-demand services)
 - ❖ mrežno računarstvo (grid computing)
 - ❖ softver u vidu usluge (software-as-a-service)
- Međutim, *Cloud Computing* od tradicionalnih internet servisa razdvaja inherentna dinamična i fleksibilna arhitektura koja omogućava korisnicima informatičkih tehnologija da plaćaju samo one usluge koje su im zaista potrebne, kao i da u kratkom vremenskom roku višestruko povećaju njihov obim.

8.3. CLOUD COMPUTING ARHITEKTURA

- Podela CC sa vrši u dve sekcije:
 - ❖ Prednji deo (*front end*) **Front end** je strana korisnika računara, odnosno klijenta
 - ❖ zadnji deo (*back end*) **Back end** je *Cloud* sekcija sistema
 - ❖ Međusobno su konektovani putem mreže, najčešće Internetom
- **Front end** uključuje klijentski računar (ili računarsku mrežu) i aplikaciju neophodnu za pristup *Cloud Computing* sistemu.
 - ❖ Nemaju svi *Cloud Computing* sistemi isti interfejs. Servisi kao Web bazirani e-mail programi koriste postojeće Web Browser-e kao što su Internet Explorer ili Firefox.
 - ❖ Drugi sistemi imaju jedinstvene aplikacije koje obezbeđuju mrežni pristup klijentu. Većinu vremena serveri ne rade u punom kapacitetu, što znači da postoji neiskorišćena procesorska snaga.
- Na **Back end-u** nalaze se razni računari, serveri i sistemi za skladištenje podataka koji kreiraju *Cloud* (oblak) računarskih servisa
- Povećavajući rezultat individualnih servera, server virtualizacija smanjuje potrebu za više fizičkih računara.

8.3. CLOUD COMPUTING ARHITEKTURA

- **Centralni server upravlja sistemom, nadgleda saobraćaj i klijentske zahteve** da bi obezbedio da sve funkcioniše stabilno. Sledi set pravila, nazvanim protokolima i koristi specijalnu vrstu softvera nazvanog *Middleware*. ***Middleware omogućuje mrežnim računarima međusobnu komunikaciju.***
- Ako *Cloud Computing* kompanija ima veliki broj klijenata, verovatno će biti velikih potreba za velikim prostorom za skladištenje podataka. Neke kompanije zahtevaju stotine uređaja za skladištenje podataka. *Cloud Computing* sistemi zahtevaju dva puta veći broj uređaja za skladištenje podataka za čuvanje klijentskih informacija. To je zato što se ovi uređaji kao i računari, često kvare. *Cloud Computing* sistem mora da pravi kopiju svih klijentskih informacija i čuva je na drugim uređajima. Te kopije omogućuju centralnom serveru pristup rezervnim mašinama za dobijanje podataka koji drugačije ne bi bili dostupni. Kreiranje kopije podataka u vidu rezerve kopije se naziva redudancija.
- ***Cloud Computing je tesno vezan za Grid Computing i Utility Computing.***
 - ❖ U *Grid Computing* sistemu mrežni računari su u mogućnosti da pristupaju i koriste resurse svakog računara u mreži. U *Cloud Computing* sistemu to se jedino često dešava u *Back end-u*.
 - ❖ *Utility Computing* je poslovni model u kome jedna kompanija plaća drugoj kompaniji za pristup računarskim aplikacijama ili skladištenju podataka.

8.3.1. Servisno-orijentisana arhitektura, SOA

- Na pomolu je spoj koji najavljuje pojednostavljenje korišćenja računara i samim tim i širenje trenda njegove upotrebe u svetu. To je spoj virtuelizacije i servisno-orijentisane arhitekture (engl. *Service-Oriented Architecture* - SOA). Sa virtuelizacijom smo se do sada upoznali malo detaljnije, sada će malo biti reči o SOA.
- SOA je stil arhitekture softvera za stvaranje i korišćenje poslovnih procesa, upakovanih u servise (engl. *services*).
 - ❖ Ovaj stil omogućava da posebne aplikacije dele podatke i resurse i tako zajedno učestvuju u procesima nekog većeg sistema.
 - ❖ Tesna povezanost između tih aplikacija i operativnog sistema kao i programskih jezika omogućava odvajanje funkcionalnosti u posebne servise i njihovo kasnije kombinovanje u zaokružene celine.
 - ❖ Transfer se odvija preko mrežnih protokola, a komunikacija između servisa odvija se razmenom poruka ili koordinacijom aktivnosti između dve ili više jedinica.

8.3.1. Servisno-orijentisana arhitektura, SOA

- Ako uvidimo da virtuelizacija donosi lakoću održavanja i smanjenje cene sistema uz povećanje fleksibilnosti, a **SOA nudi lakše korišćenje aplikacija i brz odziv na potrebe poslovanja, jasan je njihov spoj.**
- Velike kompanije kao što su Microsoft, Sun Microsystems i IBM već rade na ovoj zajednici.
- **Zahvaljujući SOA, programeri koji rade u poslovnom okruženju više neće razvijati aplikacije odvojeno, već kombinovanjem prostih servisa koje mogu uvek iznova da koriste.**
- To praktično znači **da neće biti pisana niti jedna linija kôda.** To veoma lepo zvuči, ali se susrećemo s problemom hardvera koji će tako nešto opsluživati, **jer takav hardver košta veoma mnogo i teško se održava.**
- Virtuelizacija tu uskače kao rešenje, deleći virtuelno hardverske resurse i tako omogućavajući SOA potrebnu hardversku moć.

8.3.1. Servisno-orijentisana arhitektura, SOA

- Nažalost, virtuelizacija još nije dovoljno moćna da pruži punu podršku SOA principu. Njena uloga najbolje se inkorporira u middleware sektoru i servisima nižeg sloja. Middleware je softver koji povezuje aplikacije ili aplikacione komponente u cilju razmene podataka i najčešće se koristi kao softverski sloj iznad baza podataka, radi lakšeg i bržeg rada sa transakcijama. Servisi nižeg sloja su već korišćen princip i njegovi najznačajniji predstavnici jesu .NET i Java platforme
- Zadatak koji virtuelizacija ima jeste da omogući aplikaciji da se raširi na više servera, a ne samo na više instanci virtuelnih mašina
- Međutim, komunikacija između servera ima probleme sa kašnjenjem i zahteva mreže veoma velikih brzina, koje još nemamo. Imajući to u vidu, moraćemo da se strpimo još neko vreme dok ova saradnja ne postane potpuna stvarnost

8.3.1. Servisno-orijentisana arhitektura, SOA

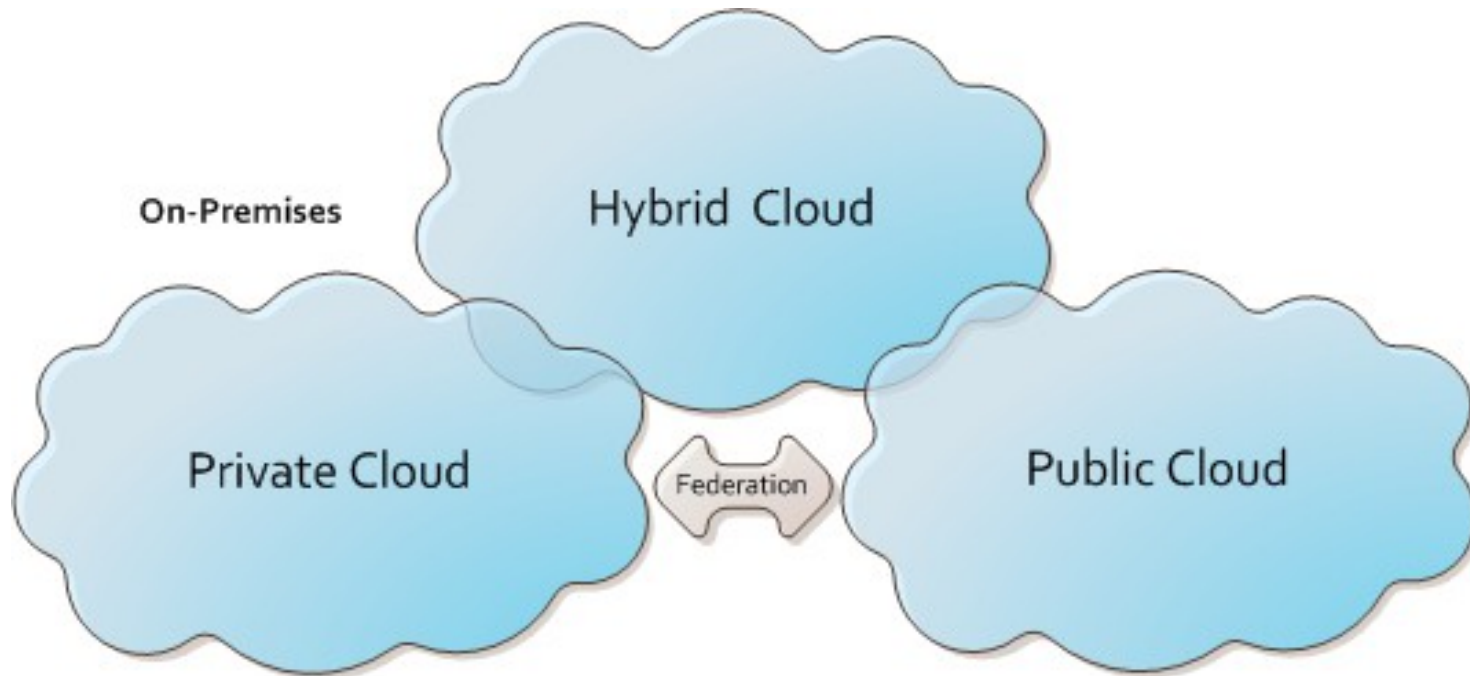
- Više je nego jasno koliko je **značajna virtuelizacija, kako sama, tako i u sprezi sa SOA i drugim savremenim trendovima**
 - ❖ Povezivanje različitih uređaja na različite operative sisteme je stvarnost, a samim tim je i **migracija podataka jednostavna**
 - ❖ Ostao je lakši deo posla, da se sklopi slagalica i u **potpunosti olakša stvaranje i održavanje složenih aplikacija korišćenjem prostih komponenti**
- **Zamislite kako jednog dana u ne tako dalekoj budućnosti**
 - ❖ sa svog smartphone uređaja GPRS-om zadajete kućnom računaru da vam rekompresuje novi film, dok se bavi renderingom neke scene u 3DS Max-u.
 - ❖ Ili, još bolje, zamislite da se aplikacija na vašem prenosnom računaru izvršava koristeći resurse svih računara koje imate u lokalnoj mreži!

8.4. TIPOVI CLOUD OKRUŽENJA

- *Cloud Computing*, kako smatra *Gartner*, predstavlja ‘fenomen u nastajanju’ – drugim rečima, fenomen koji nastupa u trenutku kada su uslovi za to povoljni i kada brojni faktori to dozvoljavaju – u ovom slučaju, **orijentacija ka servisima, virtuelizacija i standardizacija računarstva putem interneta**. U kombinaciji sa globalnom ekonomskom krizom, *Cloud Computing* omogućava smanjenje određenih troškova vezanih za informatičke tehnologije.
- Postoji tri tipa **Cloud okruženja**, a to su: privatni, javni i hibridni.
 - ❖ **Privatni cloud** (engl. *private*) je koncept u kome su organizacije (kompanije, ustanove) same vlasnice sopstvenog privatnog „oblaka” i same ga administriraju, održavaju i koriste.
 - ❖ **Javni cloud** (engl. *public*) je u stvari *outsourcing* koncept, odnosno ideja da organizacije (velike i male) samo zakupljuju *Cloud* usluge od provajdera i ne bave se administriranjem i održavanjem. Samim tim isti *Cloud* koristi više organizacija, pa se naziva javni (odnosno deljen je). Dakle, u drugoj varijanti preovladale bi kompanije koje su specijalizovane kao *Cloud* provajderi.
 - ❖ **Hibridni cloud** (engl. *hybrid*) je kombinacija privatnog i javnog. Na primer, kompanije za neke bitne podatke i aplikacije imaju sopstveni, privatni *Cloud*, a za neke aplikacije koje su potrebne većem krugu korisnika, iznajmljuju infrastrukturu od velikih provajdera

8.4. TIPOVI CLOUD OKRUŽENJA

■ *Slika 8.2. Tipovi Cloud-a*

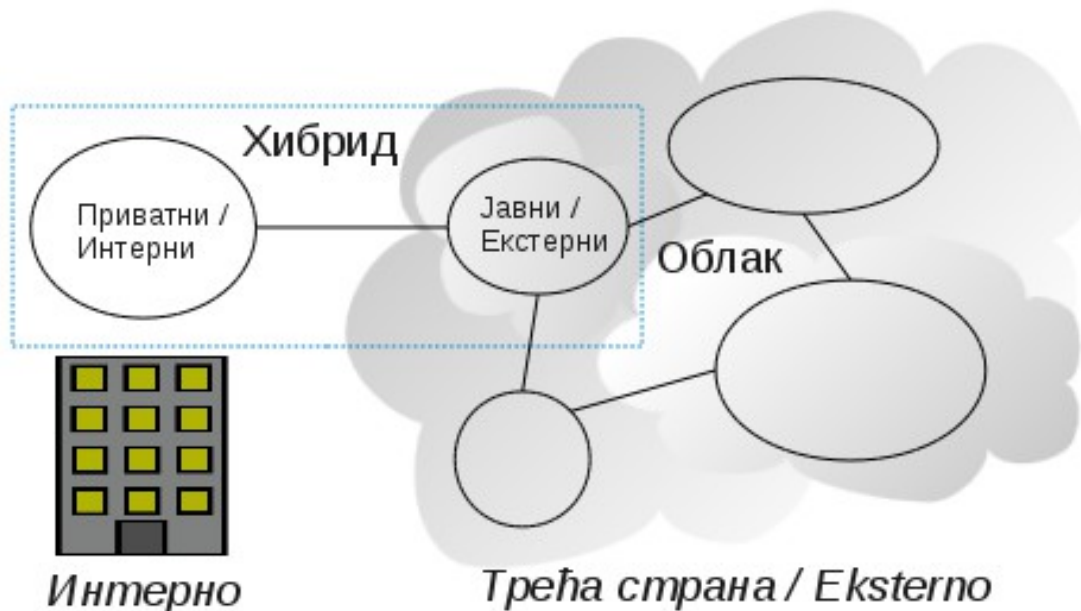


Modeli implementacije

- Različiti modeli implementacije **uvode različite kompromise** po pitanju korisničke kontrole resursa, kao i skaliranja, cene i dostupnosti tih resursa.
- **Javni cloud**
- Infrastruktura javnog *cloud* -a je dostupna javnosti **pri čemu svi korisnici dele istu infrastrukturu i servise**. Infrastruktura je u vlasništvu organizacije koja obezbeđuje dati servis koji se može nuditi besplatno ili tarifierati po *pay-per-usage* principu.
- **Primeri javnog cloud servisa** uključuju *Amazon EC2*, *Google AppEngine*, *IBM Blue Cloud*, *SalesForce.com* i *Microsoft Azure Services Platform*.
- **Privatni cloud**
- Infrastrukturu privatnog *cloud* -a **koristi isključivo jedna organizacija**, bez obzira da li se tom infrastrukturom upravlja interno ili od strane trećeg provajdera, ili se hostuje interno ili eksterno
- **Ovaj model je privukao i kritike korisnika** pošto oni i dalje moraju da kupe, podignu i upravljaju infrastrukturom, kao i to što se esencijalno gubi ekonomski model koji čini *cloud* računarstvo intrigantnim konceptom.
- Primer virtuelnog privatnog oblaka koji egzistira na infrastrukturi provajdera uključuje **Amazon VPC (Virtual Private Cloud)** kojem se pristupa preko *IPSec* konekcije za virtuelnu privatnu mrežu (engl. *Virtual Private Network*). Još jedan primer je *Google Secure Data Connector*
- **Zajednički cloud**
- **Infrastrukturu deli više organizacija** i podržava specifičnu zajednicu sa zajedničkim interesovanjima (npr. misija, sigurnost, polise, ...) kao što je vlada neke države

Hibridni cloud

- **Hibridni cloud se sastoji** od dva ili više *cloud*-a (javni ili privatni) koji su i dalje unikatni entiteti, ali povezani zajedno u celinu, pri čemu nude beneficije različitih modela. Iako hibridni oblaci mogu biti izuzetno složeni postoje i jednostavnije postavke, a kao najpopularnija implementacija obično se navodi se tzv. **cloud bursting**, odnosno šema u kojoj korisnik koristi privatni oblak za rutinsko opterećenje, a opciono pristupa jednom ili više eksternih oblaka u periodima visokog opterećenja.
- Takođe se može iskoristiti kao rešenje za **backup** ili **disaster recovery**.



8.4.1. Na koji način se *Cloud Computing* koristi danas

- Najveći deo arhitekture *Cloud Computing*-a koji se danas koriste obuhvata **javne *Cloud Computing*** mreže namenjene pružanju usluga putem interneta, kao što su:
 - ◆ Google Search
 - ◆ Microsoft Hotmail
 - ◆ Google AdSense
- **Javne usluge *Cloud Computinga*** uglavnom su usmerene ka potrošačkim uslugama kao što su:
 - ◆ pretraživanje na Internetu,
 - ◆ lični e-mail servisi (Yahoo mail, Gmail, Hotmail),
 - ◆ društveno povezivanje (engl. *social networking*)
 - ◆ i druge primene Interneta 2.0 (Web 2.0)
- Veliki provajderi usluga, zajedno sa tipičnim pionirima u prihvatanju novih tehnologija kao što su finansijske usluge, superkompjuteri i farmaceutske kompanije, takođe primenjuju arhitekturu *Cloud Computing*-a prilikom **implementacije privatnih *Cloud* mreža zaštićenih firewall-om**. Ovaj način korišćenja još uvek je u početnoj fazi i očekuje se da će ostvariti dalji rast na bazi korporativnih tehnologija virtualizacije koje se već sada uvode

8.4.1. Na koji način se *Cloud Computing* koristi danas

- Male i početničke kompanije takođe privlači koncept usluga pruženih putem *Cloud Computing-a*, obzirom na to da on omogućava smanjenje inicijalnih investicija u informatičku opremu. Očekuje se da će neke od većih kompanija uvesti usluge *Cloud Computing-a* u oblasti aplikacija za koje se smatra da **nemaju kritičnu važnost za poslovanje** – kao što je internet softver za upravljanje rasporedom putovanja zaposlenih ili za podršku u sferi menadžmenta ljudskih resursa.
- Međutim, za mnoge kompanije, informatička infrastruktura blisko je povezana **sa centralnom oblašću njihovog poslovanja** i eksternalizacija računarskih kapaciteta predstavljala **bi veliki poslovni rizik**. **Bezbednost, pouzdanost, performanse i usaglašenost sa standardima predstavljaju najvažnija pitanja za rukovodioce informatičkih odeljenja, prilikom procenjivanja novih tehnologija.**
- Na primer, biotehnološka kompanija možda neće želeći da vrši modeliranje novih lekova izvan sopstvenih zidova, već će za naprednu simulaciju novih jedinjenja iskoristiti sopstvene servere. Kako bi iskoristila svu fleksibilnost i efikasnost arhitekture *Cloud Computing-a*, ta kompanija može razviti internu, **privatnu *Cloud Computing*** mrežu nad kojom će imati veću kontrolu i ostvariti veću bezbednost računarskih resursa.

8.4.1. Na koji način se *Cloud Computing* koristi danas

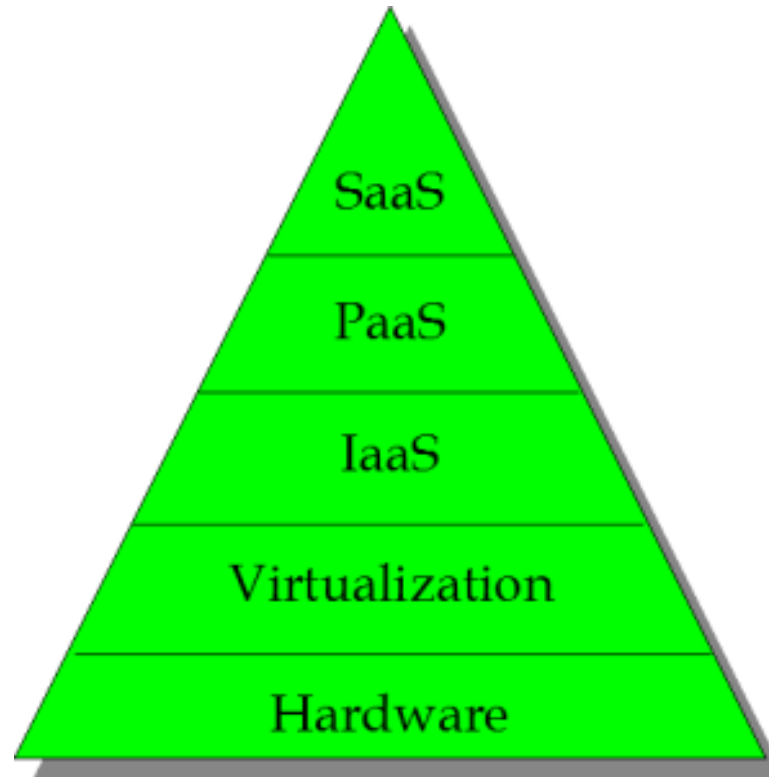
■ Najčešći slučajevi korišćenja *Cloud* okruženja:

- ❖ **Hardware on Cloud** – Virtuelni server koji radi u *Cloud* okruženju. Sam korisnik pokreće server, primenjuje i kontroliše aplikacije na istom. Po potrebi duplicira celu mašinu i pokreće još N instanci (koliko god da mu je potrebno). Ovo se praktično može porediti sa serverom koji je u sobi pored nas, samo nije tu nego je negde na *Cloud*-u (Internetu). Ista prava i privilegije važe, nema razlike sem u lokaciji.
- ❖ **Disk drive on Cloud** - Klasični *storage* uređaj, ali na Internetu. Podržani su različiti protokoli, i u zavisnosti od ugovora koji potpišete sa *Cloud* provajderom možete ih birati.
- ❖ **Database on Cloud** – Baza kojoj se preko specifičnog *query* jezika može pristupiti sa bilo kog mesta.
- ❖ **Application on Cloud** – Neki softver, aplikacija koja funkcioniše potpuno identično kao da je instalirana na serveru u sobi pored, samo što se server nalazi negde na Internetu. Dobar primer za ovo su Facebook aplikacije.

8.5. USLUGE KOJE PRUŽA CLOUD COMPUTING

- Postoje **tri kategorije usluga** koje pruža *Cloud Computing*, a to su:
- **Infrastruktura u vidu servisa** (engl. *Infrastructure-as-a-Service*, IaaS)
- **Platforma u vidu servisa** (engl. *Platform-as-a-Service*, PaaS)
- **Softver u vidu servisa** (engl. *Software-as-a-Service*, SaaS)

8.5. USLUGE KOJE PRUŽA CLOUD COMPUTING



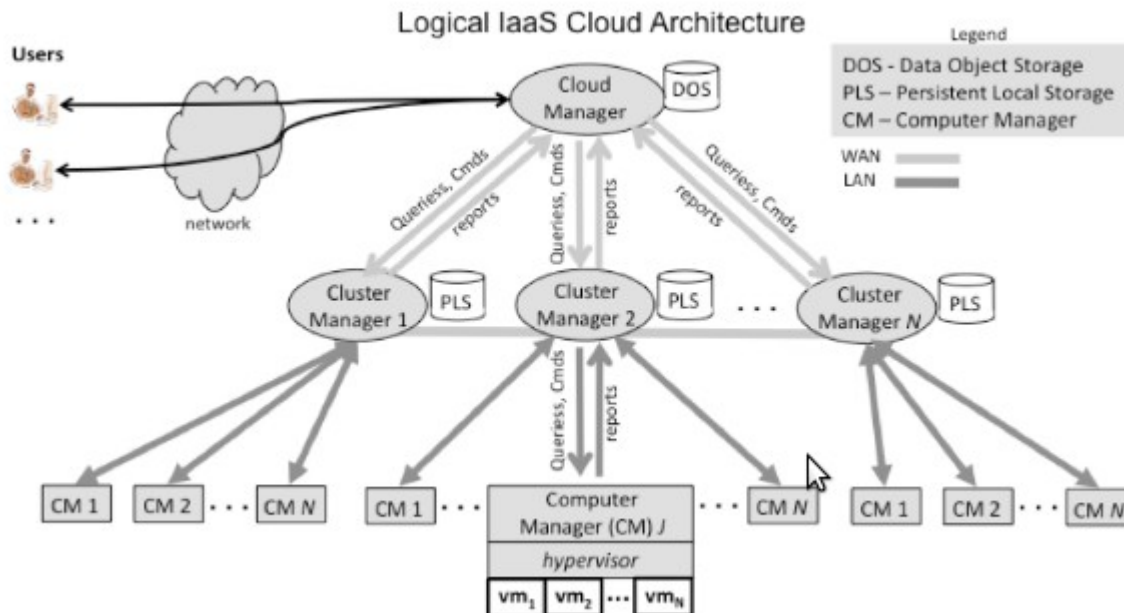
■ Slika 8.3. Hijerarhijska organizacija Cloud-a

IaaS

- **Infrastruktura u vidu servisa** (engl. *Infrastructure-as-a-Service*, IaaS)
- Računarska infrastruktura, kao što su:
 - ❖ serveri
 - ❖ skladištenje podataka
 - ❖ umrežavanje
- ostvarena u vidu *Cloud Computing-a*, obično korišćenjem virtuelizacije.
- Umesto da kupi servere, softver, prostor u Data centru, mrežnu opremu, korisnik sve pomenute može da koristi u obliku virtuelnih servisa.

IaaS

- Ovaj tip usluge obezbeđuje fundamentalne resurse kao što su snaga procesiranja, prostor za skladištenje, mreža i drugi. Provajderi obično nude virtuelne mašine, prostor za skladištenje dostupan preko mreže, zaštitne zidove (engl. *firewall*), balansere mrežnog opterećenja i druge usluge. Ovi resursi se iznajmljuju na zahtev (engl. *on-demand*) iz velikog *pool*-a resursa provajdera. **Klijent ne upravlja potpornom *cloud* infrastrukturom, ali upravlja operativnim sistemom**, ažuriranjem softvera i proizvoljnim aplikacijama koje samostalno instalira.



IaaS

- Dijagram 3 je preuzet iz specijalne publikacije *NIST* instituta broj 800-146, i predstavlja redak opšti i apstraktan uvid u arhitekturu *IaaS* usluge na bazi tehničke dokumentacije tri *open source* sistema (*Ubuntu Enterprise Cloud*, *NASA Nebula*, *Eucalyptus*).
- Postoje tri sloja u opštoj arhitekturi:
 - ✦ **Cloud Manager** . Javna pristupna tačka. Najviši sloj centralne kontrole.
 - ✦ **Cluster Managers**. Srednji sloj odgovoran za upravljanje velikim klasterima (stotine i hiljade).
 - ✦ **Computer Managers**. Donji sloj odgovoran za upravljanje računarima domaćina na kojima se izvršavaju virtuelne mašine.
- *Cloud Manager* i *Cluster Manager*-i su povezani brzom mrežom *IP* rutera, dok su konekcije između *Computer Manager*-a lokalne i brze (npr. *10GB Ethernet*).

IaaS

■ **Benfiti** IaaS usluge uključuju:

- ✦ potpunu kontrolu i administraciju virtuelnih mašina,
- ✦ fleksibilno i efikasno iznajmljivanje resursa,
- ✦ portabilnost,
- ✦ interoperabilnost i druge.

■ **Problematična pitanja** uključuju:

- ✦ zavisnost od mreže,
- ✦ rizike sigurnosti veb čitača kod klijenata,
- ✦ ažuriranje sistema,
- ✦ pitanje robusnosti izolacije virtuelnih mašina (obično je u pitanju konfiguracija hipervizora i korišćenje ekstenzija procesora) i dr.

PaaS

- **Platforma u vidu servisa** (engl. *Platform-as-a-Service*, PaaS)
- Platforme koje mogu biti korišćene za realizaciju aplikacija obezbeđenih od strane klijenata ili partnera provajdera platforme.
- Omogućava korišćenje računarskih razvojnih platformi i softverskih sistema u obliku servisa.
- To znači da nije potrebno preuzimanje i instalacija softvera za projektante, IT menadžere ili krajnje korisnike.
- Samim tim nestaju troškovi vezani za kupovinu, instalaciju i održavanje softverskih i hardverskih resursa i upravljanje ovim resursima.

PaaS Platforma kao servis

- Cilj ove usluge jeste da se obezbedi platforma, odnosno *solution stack* ili komplet alati koji obično sadrži
 - ✦ operativni sistem,
 - ✦ programersko okruženje,
 - ✦ bazu podataka i
 - ✦ veb ili aplikativni server.
 - ✦ Aplikativni programeri mogu da koriste ovaj *cloud* za razvoj i izvršavanje softvera, bez mogućnosti upravljanja operativnim sistemom, mrežnim parametrima, prostorom za skladištenje, ali uz kontrolu konfiguracije *hosting* okruženja.
- Ukratko, PaaS klad je sličan tradicionalnim računarskim sistemima (platformama) **za koje se mogu razvijati aplikacije** koje će se izvršavati na njima i koje će koristiti krajnji korisnici uslugu. Međutim, za razliku od tradicionalnih sistema **PaaS obezbeđuje jeftinu osnovu za razvoj skalabilnih aplikacija.**
- Neka od problematičnih pitanja u vezi PaaS -a su:
 - ✦ rizici sigurnosti veb čitača kod klijenata,
 - ✦ zavisnost od mreže,
 - ✦ pitanja izolacije nasuprot efikasnosti,
 - ✦ kao i manjak portabilnosti između različitih PaaS provajdera.

SaaS

- **Softver u vidu servisa** (engl. *Software-as-a-Service*, SaaS)
- **Softver koji je implementiran u obliku hostovanog servisa**
- kome se pristupa putem interneta.
- Kod ovog modela korišćenja softvera, **korisnici na zahtev dobijaju licence za aplikacije koje su im potrebne i koriste ih onoliko koliko su im potrebne.**
- **Ovakav pristup omogućava:**
 - ❖ optimalno korišćenje resursa
 - ❖ i smanjenje troškova koji bi nastali kupovinom licenci,
 - ❖ instaliranjem i obezbeđivanjem hardverskih resursa neophodnih za njihovo funkcionisanje,
 - ❖ ali i troškova koji bi proistekli iz procesa održavanja svih ovih resursa.

SaaS Softver kao servis

- SaaS je veb servis.
 - ◆ Kod ovog modela *cloud* provajderi obezbeđuju aplikativni softver kojem korisnici pristupaju preko mreže (interneta)
 - ◆ Korisnici ne upravljaju potpornom infrastrukturom niti operativnim sistemom na kojem se aplikacije izvršavaju
 - ◆ *Cloud* aplikacije se razlikuju od tradicionalnih aplikacija po svojoj elastičnosti koja se postiže distribuiranjem radnog opterećenja na skup virtuelnih mašina
- Da bi se zaštitili podaci koji putuju preko mreže, komunikacioni kanal između pretplatnika i provajdera se obično **kriptuje SSL/TLS vezom**, mada se na ovaj način i dalje mogu otkriti određene indirektno informacije (prisustvo saobraćaja, veličina poruka, odakle dolazi saobraćaj, ...)
- Sigurnost SaaS -a takođe nosi i rizik sigurnosti klijentskog veb čitača
- Dodatno, ovakav servis je podležan *man-in-the-middle* napadima na kriptografske protokole implementirane u veb čitaču
- Preporučuje se da korisnici **ne koriste isti veb čitač za opšte surfovanje i rad na *cloud* aplikacijama kako bi povećali sigurnost**
- Druga problematična pitanja su zavisnost od mreže i pitanja izolacije nasuprot efikasnosti

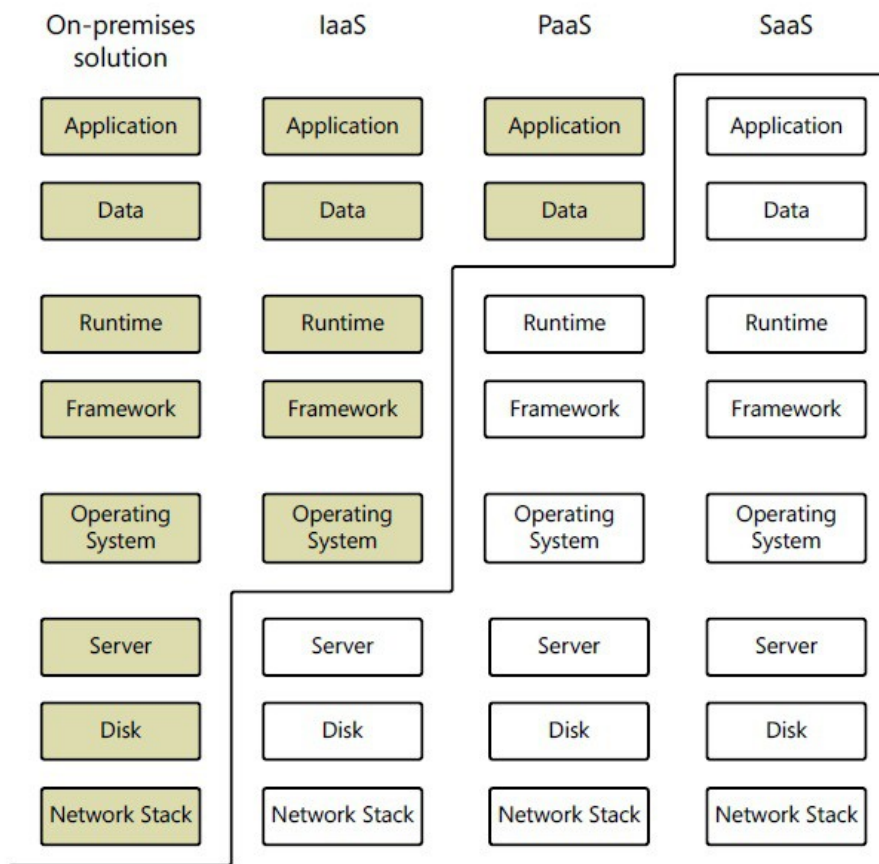
SaaS Softver kao servis

■ Postoje tri situacije za koje SaaS nije odgovarajući:

- ✦ *Real-time* softver (npr. kontrola leta, kontrola fabričkih robota, gde se traži precizno vreme izvršavanja)
- ✦ Masovni podaci (nije moguće preneti veliku količinu podataka preko mreže u realnom vremenu)
- ✦ Kritičan softver

8.5. USLUGE KOJE PRUŽA CLOUD COMPUTING

- Na slici 8.4. je predstavljeno šta su, u zavisnosti od odabrane usluge, obaveze ponuđača, a šta klijenta. **Belom bojom** su označena polja koja su u nadležnosti **ponuđača**.



- Slika 8.4. Nadležnosti ponuđača i klijenta u zavisnosti od usluge platforme