

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

SEMINAR

Usluge zasnovane na računarstvu u oblaku

Tina Zorić

Voditelj: *Doc. dr. sc. Vedran Podobnik*

Zagreb, svibanj 2013.

Sadržaj

Uvod	3
1. Računarstvo u oblaku	4
1.1. Usluge zasnovane na korištenju vlastitih računalnih resursa	4
1.2. Usluge zasnovane na računarstvu u oblaku	4
2. Softver kao usluga	5
3. Platforma u oblaku	6
3.1. Infrastruktura kao usluga	7
3.2. Platforma kao usluga.....	7
4. Ekonomski prednosti unajmljivanja računalnih resursa.....	8
4.1. Usporedbena analiza cijene CPU vremena.....	10
5. Tehničke prednosti računalnih oblaka.....	14
6. Primjeri komercijalnih računalnih oblaka	14
6.1. Amazon Web Services – globalni primjer	15
6.2. T-Com Cloud – lokalni primjer	16
Zaključak	18
Literatura	19

Uvod

Računarstvo u oblaku je jedan od najbrže rastućih trendova u području informacijske tehnologije. Sve više korisnika se okreće načinu upotrebe računalnih resursa kao usluge, a ne kao proizvoda. Plaćanje po potrebi glavna je ideja na kojoj je zasnovano računarstvo u oblaku. Ono predstavlja plati-koliko-koristiš (engl. *pay-per-use*) model koji omogućuje jednostavan i dostupan pristup grupama računarskih resursa preko Interneta. Na osnovnoj razini, *cloud computing* je jednostavno sredstvo za pružanje IT (*Information Technology*) resursa kao usluge [1]. Razvojem Interneta i povećanjem brzina prijenosa omogućeno je obavljanje određenih zadataka udaljeno. Mnoge tvrtke se okreću poslovanju korištenjem usluga i resursa koji su smješteni u oblak. Infrastruktura, računalni resursi i aplikacije se premještaju kod pružatelja usluga, te se naplaćuju po potrebi.

Pojam računarstva u oblaku obuhvaća korištenje mreže udaljenih poslužitelja, umjesto lokalnih poslužitelja i osobnih računala, za pohranu, upravljanje i obradu podataka. Ključna riječ u nazivu je oblak. Budući da mjesta na kojima su smješteni poslužitelji, gdje se izvršavaju aplikacije i pohranjuju podaci, nisu striktno definirani koristi se izraz „u oblaku“.

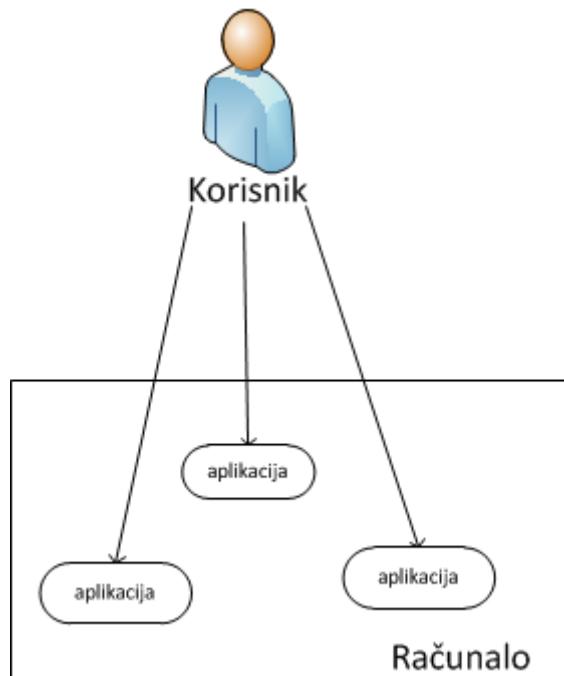
U prvom poglavlju opisan je model „sve kao usluga“ i navedene su razlike korištenja usluga zasnovanih na vlastitim resursima i usluga zasnovanih na korištenju računarstva u oblaku. Drugo poglavlju opisuje korištenje aplikacija u oblaku, koncept SaaS, dok je u trećem opisano što je platforma u oblaku. U četvrtom i petom poglavlju su navedene ekonomске, odnosno tehničke prednosti za usluge zasnovane na računarstvu u oblaku. U šestom poglavlju su dani primjeri komercijalnih računalnih oblaka (globalni i lokalni primjer).

1. Računarstvo u oblaku

Računarstvo u oblaku se razvija kao model za potporu „sve kao usluga“ (engl. *everything-as-a-service*, XaaS). Virtualizirani fizički resursi, virtualizirana infrastruktura, kao i platforme i poslovne aplikacije osigurane su i koriste se kao usluge u oblaku. Sustavi koji koriste model XaaS zahtijevaju razumijevanje i korištenje brojnih razvojnih tehnologija, kao i već postojeće usluge na tržištu računarstva u oblaku [2].

1.1.Usluge zasnovane na korištenju vlastitih računalnih resursa

Korisnici koji se služe tradicionalnim pristupom zadovoljavaju sve svoje potrebe za aplikacijama i računalnim resursima koristeći resurse u svom vlasništvu. Služe se aplikacijama koje se izvršavaju izravno na njihovim računalnim.

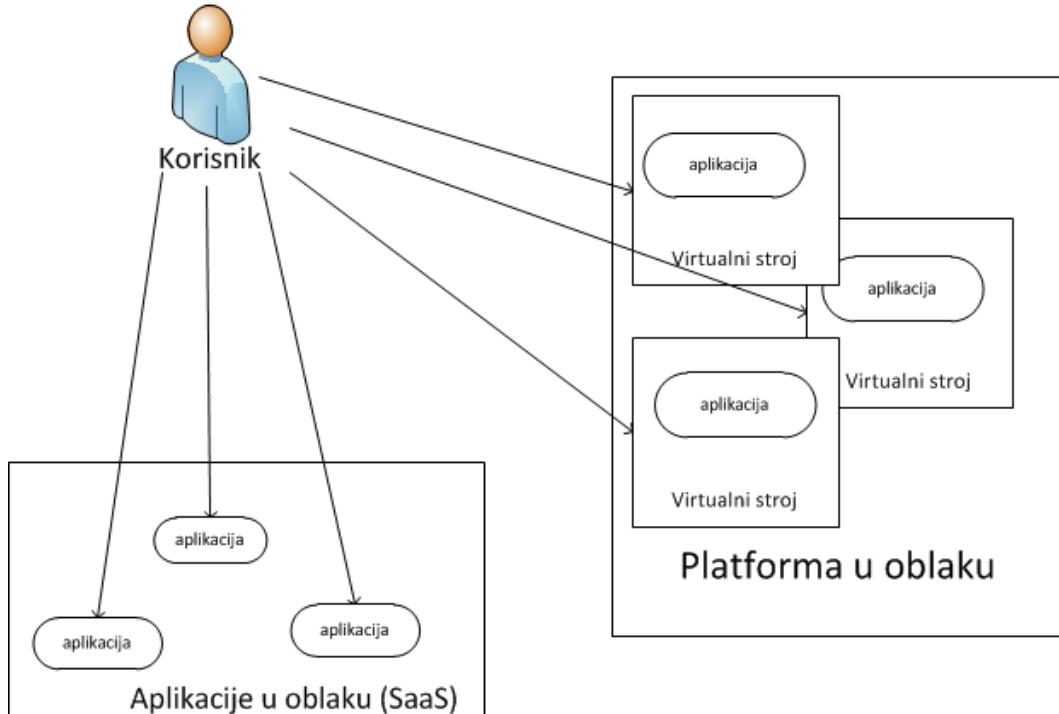


Slika 1 Korištenje aplikacija koje se izvršavaju na vlastitim računalima

1.2.Usluge zasnovane na računarstvu u oblaku

Nasuprot tradicionalnom pristupu u kojem su svi potrebni resursi u vlasništvu korisnika, koncept zasnovan na računarstvu u oblaku uvodi modele korištenja resursa koji nisu u vlasništvu korisnika [3]. Korisnici mogu pristupati informacijama kod pružatelja usluga pa stoga mogu koristiti i aplikacije kod tog pružatelja usluga; *aplikacije u oblaku* tj. aplikacije SaaS. Korisnici mogu razviti ili kupiti i koristiti

aplikacije koje se izvršavaju na *platformi u oblaku* kod nekog pružatelja usluga. I konačno, mogu koristiti cijelu virtualiziranu infrastrukturu.



Slika 2 Korištenje aplikacija i platforme u oblaku

2. Softver kao usluga

Softver kao usluga (SaaS) omogućava korištenje aplikacija u oblaku. Proizvođač rješenja izrađuje aplikaciju, upravlja samom aplikacijom i okruženjem koje je podržava (engl. *hosting*), a korisnicima je čini dostupnom putem mreže. Većina ljudi danas aktivno koristi neku od usluga SaaS. Najvažnija razlika softvera zasnovanog na modelu SaaS u odnosu na tradicionalni je u tome što se softver ne kupuje, već se plaća usluga njegovog korištenja. To omogućuje da plaćamo softver onoliko koliko ga stvarno koristimo te da u svakom trenutku prilagođavamo broj korisnika sustava i opseg funkcija prema našim potrebama ili jednostavno otkažemo uslugu kada za njom više ne postoji potreba.

Kod usluga SaaS jednu kopiju usluge koristi više korisnika. Iz perspektive pružatelja usluge ovakav pristup može biti značajan napredak jer omogućuje jednostavnije ažuriranje, održavanje i općenito rad s aplikacijom.

Vjerojatno najpoznatiji pružatelj raznih SaaS usluga je *Google*. *Google* nudi *Gmail*, *Google Groups*, *Google Calendar*, *Google Talk*, *Google Docs* i *Google Sites* te sve usluge zajedno čine *Google Apps*. Tvrta SAP nudi aplikaciju za planiranje resursa poduzeća (engl. *Enterprise Resource Planning*, skraćeno ERP) *Bussiness ByDesign*. IBM nudi aplikaciju *Lotus* za međusobnu suradnju zaposlenika unutar poduzeća. Tvrta *NetSuite*, koja nudi isključivo aplikacije temeljene na modelu usluge u oblaku, nudi svoju inačicu CRM-a, ERP-a i još neke usluge. Tvrta *Zoho* nudi cijeli set usluga u oblaku: CRM, *Mail*, *Docs*, *Meeting* i mnogo drugih [6].

3. Platforma u oblaku

Platforma u oblaku je oblik računarstva u oblaku koji je najpogodniji za tvrtke i osobe koje se bave razvojem softvera. Omogućuje izradu i izvršavanje aplikacija, pohranu podataka i pristup mreži. Pristup virtualnom stroju ili prostoru za pohranu podataka najčešće je moguće putem preglednika. Moguće je zatražiti resurse na određeno vremensko razdoblje i vratiti ih natrag po završetku korištenja. U slučaju kada je potrebno povećanje resursa u kratkom vremenskom razdoblju, potreban veliki broj poslužitelja samo u određenim situacijama vrlo skupo kupovati toliko poslužitelja isprva, jer oni većinu vremena ne rade punim intenzitetom. U slučaju platforme u oblaku, moguće je rezervirati dovoljan broj virtualnih strojeva za povećan broj zahtjeva u tom razdoblju, te ih nakon toga ugasiti i prestati plaćati za njih. Omogućena je naplata samo onih resursa koji se stvarno koriste u određenom vremenskom periodu. Jedna od velikih prednosti platformi u oblaku je i kraće potrebno vrijeme od zahtjeva do početka korištenja. Umjesto nekoliko dana do nekoliko tjedana čekanja na novi fizički poslužitelj ili virtualni stroj u svom vlastitom podatkovnom centru, može se koristiti javna platforma u oblaku i dobiti novi virtualni stroj ili drugi resursi u vrlo kratkom razdoblju. Dodatno se smanjuje i financijski rizik jer nisu potrebna visoka inicijalna ulaganja. Smanjuje se i potreba za vlastitim računalnim resursima, poput poslužitelja i osobljem u odjelu IT, jer se više posla odvija u javnom oblaku. Nadogradnja i ažuriranje sustava nije u nadležnosti tvrtke, već se odgovornost seli na pružatelja usluge. Jedan od rizika koje platforma u oblaku donosi je povjerenje. Korisnici platforme u oblaku moraju vjerovati pružatelju usluge da će biti dostupan i siguran.

Platforme u oblaku se prirodno uklapaju u *start-up* projekte, jer omogućavaju jednostavan pristup računalnim resursima u suvremenom podatkovnom centru svakome.

Tako je jednostavnije i jeftinije isprobavati nove stvari. Ako projekt ne uspije, nije izgubljeno mnogo novca, ako uspije, moguće je brzo reagirati i zakupiti dodatne resurse. Skalabilnost aplikacije unutar oblaka je bezbolna i zajamčena. Također, tvrtke mogu naći primjenu platformi u oblaku u svom svakodnevnom poslovanju, npr. kada imaju potrebu za dodatnim računalnim resursima.

3.1. Infrastruktura kao usluga

Infrastruktura kao usluga pruža mogućnosti skladištenja podataka i računarskih sposobnosti kao standardizirane usluge putem mreže. Omogućava isporuku poslužitelja, mrežne tehnologije, pohrane podataka i prostora u podatkovnom centru. Poslužitelji, sustavi za pohranu podataka i slično su udruženi i napravljeni da se mogu nositi s raznim radnim opterećenjima u rasponu od aplikacijskih komponenti do računala visokih performansi.

Korisnik koji želi razviti aplikaciju u oblaku koristeći uslugu *IaaS* mora imati pristup virtualnim strojevima, koje mu omogućava pružatelj usluge. Prepostavimo da je korisniku potrebna baza podataka i web-poslužitelj. Može odabrati virtualni stroj za bazu podataka koju će aplikacija koristiti i virtualne strojeve na kojem će se izvršavati aplikacija. Kako bi se uspešnije uravnotežilo opterećenje, tj. aplikacija učinila skalabilnom potrebno je više virtualnih strojeva na kojima će se izvršavati aplikacija i koji sadrže neku vrstu web-poslužitelja. Nakon što su odabранe virtualni strojevi potrebno je stvoriti bazu podataka i popuniti je podacima, a potom instalirati aplikaciju na virtualne strojeve i konfigurirati raspoređivane opterećenja. Svu daljnju administraciju i nadogradnju virtualnih strojeva treba voditi razvijatelj softvera.

3.2. Platforma kao usluga

Za razliku od Infrastrukture kao usluge, platforma kao usluga, *PaaS*, osim računalnih resursa također uključuje i skup mogućnosti / alata za razvoj, testiranje i implementaciju softvera, kao i među-sloj (engl. *middleware*). Može nuditi i aplikacijske usluge kao što su timska suradnja, integracija baza podataka, sigurnost, skalabilnost, skladištenje i sl. Ako korisnik koji želi razviti aplikaciju u oblaku koristeći uslugu *PaaS* ima pred sobom postojeću platformu koja zna izvršavati aplikacije. Uspoređujući sa razvojem aplikacije koristeći uslugu *IaaS* korisnik ne mora pokretati virtualne strojeve, jer platforma već postoji. Brigu o raspoređivanju opterećenja i ažuriranju operacijskog sustava na

virtualnim strojevima vodi pružatelj usluge, a ne sam korisnik. Glavna razlika između usluge *PaaS* i usluge *IaaS* jest razina kontrole nad sustavom dostupna korisniku usluge. Usluga *IaaS* pruža potpunu kontrolu, dok usluga *PaaS* obično ne pruža nikakvu kontrolu ili pruža tek ugovorenu kontrolu. Razvoj aplikacija koristeći uslugu *PaaS* je brži, jeftiniji i manje riskantan. Razvijateljima softvera ostaje manje posla koje moraju samostalno napraviti. Više posla je prepušteno platformi. Međutim, usluga *PaaS* se jednostavno može koristiti u manje slučajeva u usporedbi s uslugom *IaaS*. Usluga *PaaS* je odlično rješenje u slučajevima za koje je određeno okružje namijenjeno, no nije prikladna za široku upotrebu poput usluge *IaaS*.

4. Ekonomski prednosti unajmljivanja računalnih resursa

Kako je vidljivo iz objašnjenja u prethodnim poglavljima, računalni oblaci su, zapravo, sredstvo kojim se računalni resursi mogu ponuditi korisnicima u obliku javne komunalne usluge (*utility*), sasvim nalik ponudi struje, vode, plina ili telekomunikacija. Radi potpunog razumijevanja konceptualnih prednosti računarstva u oblaku potrebno je spomenuti dvije glavne povoljne posljedice njegovih definicijskih svojstava: elastičnost i optimalnu nabavu.

Elastičnost znači da se korištenje računalnih resursa može precizno podešavati angažmanom pojedinačnih računala. Naime, većina računala obično imaju ukupno iskorištenje između 5% i 20%. Istovremeno, usluge koje ta računala pružaju mogu biti (a najčešće i jesu) takva da imaju vršna (maksimalna) opterećenja. Pri nabavi vlastitog hardvera ta se opterećenja moraju uzeti u obzir. Zbog toga se kupac dovodi u situaciju da je u običnim razdobljima, kada vršnih opterećenja nema, kupljeni hardver nedovoljno iskorišten, što bitno povećava troškove pogona izražene cijenom efektivnog sata rada računala.

Elastičnost, poslovno definirana kao angažiranje računalnih resursa prema potrebi uz plaćanje po korištenju, je ključno svojstvo koje omogućuje optimalnu nabavu bez prevelikih kapitalnih ulaganja i otpuštanje računalnih resursa koje je potrebno imati za pokrivanje vršnih opterećenja. Na primjer, pretpostavimo da maksimalno opterećenje zahtijeva angažman 500 računala po satu, uobičajeno opterećenje 100, dok je pri prosječnom opterećenju zauzeto oko 300 računala po satu. Prosječni troškovi takve serverske farme u tom slučaju iznose 7200 [računalo·sati] dnevno. Ako se pak trebaju pokriti i maksimalna opterećenja, onda treba stalno imati na raspolaganju svih 500 računala

uklopljenih u vlastitu serversku farmu, pri čemu su neka od tih računala dulje vrijeme, tijekom uobičajenog opterećenja, neaktivna – ali i tada uzrokuju troškove! U takvom slučaju stalno se plaća 12.000 [računalo·sati] dnevno, odnosno 1,67 puta više od onoga koliko prosječno treba.

Iz toga slijedi da bi najam u komercijalnom oblaku mogao biti isplativiji od korištenja vlastitih računala [7] na klasičan način čak i ako je cijena tamošnjih računalnih resursa u vremenu kroz neki standardni period (obično 3 do 5 godina) do 1,67 puta veća od amortizirane cijene vlastitih ulaganja u hardver kroz taj isti period! Pri tome treba imati na umu da je situacija lošija u slučaju nepredviđenih maksimalnih opterećenja stoga što nabavka i postavljanje vlastite opreme može potrajati, a neiskorištenost te opreme u periodima normalnog opterećenja i dalje postoji. Sve te prednosti dobivaju pravo značenje kada ih smjestimo u matematičke okvire. Navedeno rezoniranje može se matematički izraziti sljedećom nejednadžbom:

$$\text{korVrijeme(OBLAK)} * (\text{prihod} - \frac{\text{trošak}(OBLAK)}{\text{iskorištenje}}) \geq \text{korVrijeme(PRIVAT)} * (\text{prihod} - \frac{\text{trošak}(PRIVAT)}{\text{iskorištenje}})$$

Varijable nejednadžbe i njihova značenja su:

korVrijeme(OBLAK) – korisničko vrijeme rada u oblaku

$\text{korVrijeme(PRIVAT)}$ – korisničko vrijeme rada u vlastitom podatkovnom centru

trošak(OBLAK) – troškovi korištenja oblaka

trošak(PRIVAT) – troškovi korištenja vlastitog podatkovnog centra

iskorištenje – prosječno iskorištenje računalnih resursa u vlastitom podatkovnom centru

Dakle, ako vrijednosti varijabli u nekom pojedinačnom slučaju zadovoljavaju gornju opću nejednadžbu, mogli bi biti ispunjeni ekonomski kriteriji isplativosti za korištenje usluga oblačnog računarstva. Jasno, ekonomski kriteriji ne moraju biti jedini koji se postavljaju za korištenje računalnih resursa. Sigurnosni, politički te, na kraju krajeva, tehnički uvjeti (to jest stvarne mogućnosti raspoloživih oblačnih platformi, komercijalnih, privatnih i akademskih) su često od presudne važnosti. Osim toga, gornja nejednadžba je općenito ekskluzivna, jer isplativost korištenja oblaka definira u smislu da se oblak ili uopće ne koristi, ili da se koristi isključivo, bez značajnijeg učešća vlastitih računala. Takvom konceptu korištenja računalnih oblaka nedostaje hibridni pristup.

U finansijskim modelima toka novca mora se, općenito gledajući, uzimati u obzir i amortizacija nabavljene opreme, odnosno smanjivanje njezine stvarne vrijednosti

tijekom tehnološkog vijeka trajanja. Ako se ti modeli odnose na računalnu opremu, onda treba računati i s djelovanjem Mooreovog zakona. Temeljna formulacija tog zakona kojeg je 1965. godine izrekao Gordon E. Moore, suosnivač Intela, glasi : "*Količina tranzistora koju je moguće postaviti na zadalu površinu integriranog kruga uz konstantnu cijenu udvostručuje se svake dvije godine.*" Budući da količina tranzistora na čipu okvirno određuje snagu čipa te, posredno, samog računala koje se gradi od čipova, Mooreov zakon često se izgovara na preformulirani, ali suštinski točan način: "*Snaga računala uz konstantnu cijenu (i dimenzije) udvostručuje se svake dvije godine.*" To znači da se uz cijenu početnog ulaganja u računalnu opremu mora uračunavati i dogradnja serverske farme ili vlastitih računala kako bi i u budućnosti bio na raspolaganju isti računalni kapacitet kakav će u tom trenutku biti moguće unajmiti. Takva je dogradnja za slučaj najma računalnih resursa briga poslužitelj usluge u oblaku, implicitno već uračunata u cijenu samih usluga. Međutim, da bi se ispravno procijenilo da li je ta cijena prevelika u odnosu na vlastitu nabavu i dogradnju, mora se uzimati u obzir efekt koji daje Mooreov zakon [8].

Osnovno načelo korektne ekonomске analize isplativosti najma komercijalnih računalnih oblaka spram kapitalnog ulaganja u vlastita računala i softver jest da se vrijednost novca mijenja tijekom vremena. Sto kuna danas, njihova sadašnja vrijednost (*present value*), vrijedi više od sto kuna u budućnosti (*future value*). Razlozi zašto treba računati s vremenskom promjenom efektivne vrijednosti novca su inflacija, kao i mogućnost da isti novac uložen u neki drugi poduhvat može ostvariti veći prinos. Uobičajeno je da se prinos od ulaganja u neki poduhvat uspoređuje s prinosom koji bi se mogao ostvariti od bankovnih kamata na isti iznos.

4.1.Usporedbena analiza cijene CPU vremena

Današnje ustanove ili poduzeća mogu realizirati svoje potrebe za informatičkom infrastrukturom koju traži njihov informacijski sustav na dva načina, kako je to pokazano u prethodnim poglavljima: kupnjom servera ili najmom potrebnih računala.

Drugi način uključuje, naravno, najam procesorskog, CPU vremena (uz pripadnu memoriju, mrežnu protočnost, diskove i drugo). Drugim riječima, najmom potrebnih računala uvijek se unajmljuje i neko CPU vrijeme, pri čemu je kod nekih poslužitelja to vrijeme i jedini resurs koji se može eksplicitno unajmiti (kao u *Google AppEngineu*)

dok se kod drugih, primjerice Amazona, CPU sat unajmljuje kroz najam virtualnog računala. Zadatak ovog dijela rada je istražiti što zapravo znače te cijene.

U svim dugoročnim financijskim proračunima valja voditi računa da se vrijednost uloženog ili potrošenog novca mijenja tijekom vremena. Svaki primitak (za prodavatelja roba ili usluga) ili izdatak (za kupca ili korisnika) vrijedi više ako je primljen ili isplaćen danas, nego ako je taj isti iznos primljen ili isplaćen u budućnosti. I obrnuto: svaki budući primitak ili izdatak (*future value – FV*) ima manju sadašnju vrijednost (*present value – PV*) nego da je primljen ili isplaćen danas. Izraz (1) predstavlja izračun sadašnje vrijednosti *PV* za iznos *FV*, koji će biti primljen u budućnosti nakon *T* godina, pri čemu je *k* vrijednost kapitala ili godišnja kamatna stopa.

$$PV = \frac{FV}{(1+k)^T} \quad (1)$$

Ako se u poslovanju tijekom svake od *T* (*T=1,2,... Y*) budućih godina može ostvariti neto primitak (to jest ukupni prihod umanjen za ukupne troškove) u iznosu , onda se, polazeći od izraza (1), takozvana neto sadašnja vrijednost svih primitaka (*net present value - NPV*) tijekom *Y* godina izračunava prema izrazu:

$$NPV = \sum_{T=0}^{Y-1} \frac{C_T}{(1+k)^t} \quad (2)$$

Uključuje se i relativno umanjivanje CPU performansi tijekom vremena, izvedeno temeljem ranije spomenutog Mooreovog zakona prema kojem se performanse CPU-a udvostručuju svake dvije godine. Iz toga proizlazi da će performanse CPU-a koji je nabavljen danas biti dvostruko slabije od performansi CPU-a koji bi se mogao nabaviti za dvije godine. To drugim riječima znači da se sadašnje performanse *PC* nekog *T* godina starog procesorskog kapaciteta mogu iskazati kao umanjene performanse budućeg procesorskog kapaciteta *FC* tako da je svake dvije godine upola manji. Ta se zakonitost relativnog zastarijevanja može iskazati izrazom (3).

$$PC = \frac{FC}{(\sqrt{2})^T} \quad (3)$$

Uzme li se da se ukupni iskoristivi procesorski kapacitet *TC* ostvaruje korištenjem skupine CPU-ova (*cluster*), onda se ukupno iskoristivi procesorski kapacitet *TC* može izračunati kaoumnožak ukupnog broja korištenih CPU jedinica *TCPU*, očekivanog broja *H* radnih sati godišnje i koeficijenta iskoristivosti servera *η* prema izrazu (4).

Pod skupinom CPU-ova misli se na procesore u računalima unutar velike serverske farme kao što je oblačni ili poduzetnički podatkovni centar.

$$TC = TCPU * H * \eta \quad (4)$$

Ako se račun relativnog zastarijevanja procesorskog kapaciteta, definiran izrazom (3), primjeni na ukupno iskoristivi procesorski kapacitet TC prema izrazu (4), tada se može izračunati neto sadašnji raspoloživi procesorski kapacitet skupine CPU-ova NPC koji će se ostvariti tijekom Y godina operativnog korištenja te skupine:

$$NPC = TC * \sum_{T=0}^{Y-1} \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^T \text{ iz čega slijedi } NPC = TC * \frac{1 - \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^Y}{1 - \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)} \quad (5)$$

Stvarni trošak CPU sata R može se izračunati tako da se neto sadašnja vrijednost iz izraza (2) podijeli s neto sadašnjim raspoloživim procesorskim kapacitetom prema izrazu (5), dakle:

$$R = NPV/NPC \quad (6)$$

Stvarni trošak CPU sata za slučaj **kupnje** iznosi:

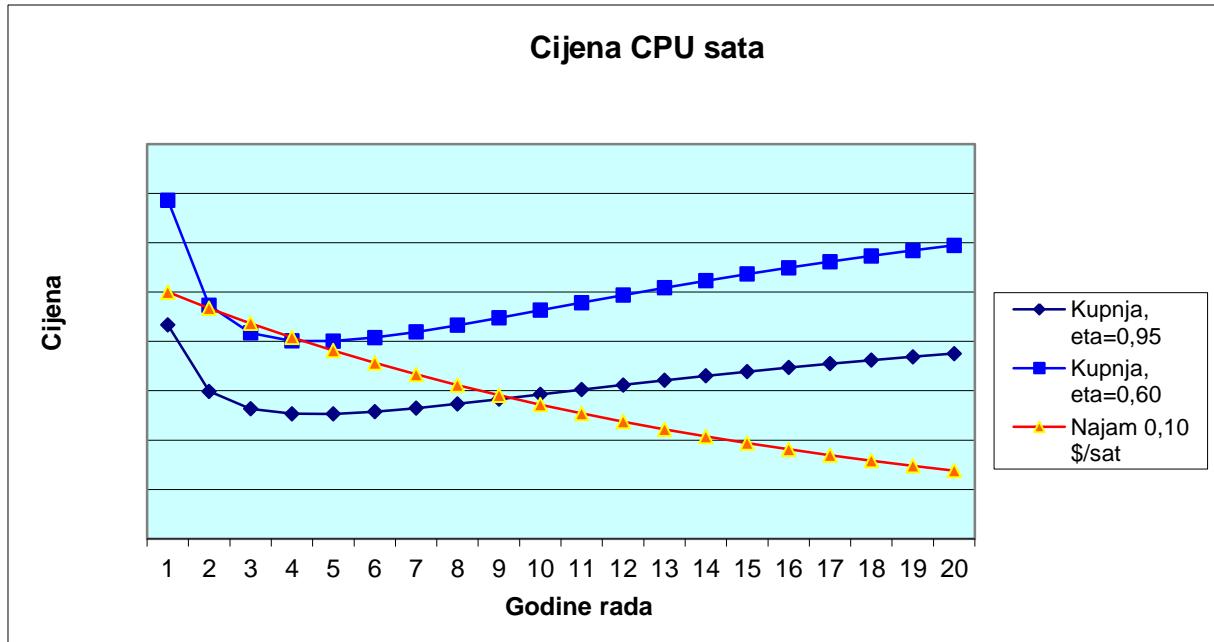
$$R_K = \frac{\left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) * \sum_{T=0}^{Y-1} \frac{C_T}{(1+k)^T}}{\left(1 - \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^Y\right) * TC} \quad (7)$$

Izračun stvarnog troška CPU sata u slučaju najma može se također izračunati prema izrazu (6) ako se ne računa s procesorskim kapacitetom koji se smanjuje tijekom vremena, već s raspoloživim procesorskim kapacitetom TC iz formule (4). Ta je pretpostavka opravdana jer se u najam uzimaju novi uređaji. Stoga će raspoloživi procesorski kapacitet tijekom Y godina biti:

$$NPC = Y * TC \quad (8)$$

Uvrštavanjem izraza (2) i (8) u formulu (6) dobiva se stvarni trošak CPU sata za slučaj **najma**:

$$R_N = \frac{\sum_{T=0}^{Y-1} \frac{C_T}{(1+k)^T}}{Y * TC} \quad (9)$$



Slika 3 Odnos cijene CPU/sat kod korištenja vlastite opreme i najma u oblaku

Analizom poslovnog slučaj: „Kupnja ili najam računalnih kapaciteta“ u [8] koristeći navedene formule dolazi se do odnos cijene CPU/sat kod korištenja vlastite opreme i najma u oblaku prikazanog na slici 3. Uz pretpostavku visokog stupnja korištenja servera ($\eta=0,95$), cijena CPU sata u najmu je tijekom prvih osam godina rada uvijek niža od cijene po kojoj se isti računalni kapacitet može unajmiti u oblaku, u devetoj godini se te cijene izjednačavaju, a za razdoblje korištenja od 10 i više godina najam potrebnih CPU resursa u oblaku je uvijek povoljnija opcija. Međutim, za niži stupanj korištenja servera ($\eta=0,60$) opcija najma kapaciteta u računalnom oblaku je uvijek povoljnija od kupnje vlastitih resursa! Naravno, ovakav zaključak vrijedi za one pružatelje usluga oblačnog računarstva koji svoju cjenovnu politiku temelje samo na naplati broja rezerviranih računala u oblaku, ali ne i intenziteta njihovog korištenja. Iz ovoga slijedi da vlastite računalne kapacitete valja kupovati onda ako su aplikacije tako dobro pripremljene da će nabavljeni računalni resursi biti iskorišteni u vrlo visokom stupnju i kroz dugo razdoblje.

5. Tehničke prednosti računalnih oblaka

Pod tehničkim prednostima oblačnoga računarstva smatraju se sve one koje su strogo informatičke, računalne i komunikacijske naravi. Drugim riječima, one koje olakšavaju upravljanje računalima i računalnom mrežom, unapređuju razvoj softvera i poboljšavaju performanse informacijskog sustava. U računalnim oblacima najvažnije tehničke prednosti su slijedeće:

- Softverska rješenja se postavljaju (*deploy*) brzo i jednostavno.
- Poticanje razvoja softvera (u oblaku) temeljenog na industrijskim standardima te posljedično posredno povećanje interoperabilnosti (*interoperability*) među softverskim rješenjima raznih proizvođača.
- Vlastito informatičko osoblje se može usredotočiti na ICT inovacije, a održavanje hardvera i infrastrukturnog softvera (poput operacijskog sustava ili uredskih alata) prepustiti pružatelju usluga računarstva u oblaku.
- Olakšano je raspršenje podatkovnih spremišta i softverskih rješenja na razne geografske i virtualne lokacije, što poboljšava informatičku sigurnost. Posljedično, raspršenjem je također lakše obraniti se od napada uskraćivanjem usluge (*Denial of Service – DoS*).

6. Primjeri komercijalnih računalnih oblaka

Većina oblačnih poslužitelja temelje naplatu najmljenih računala na ukupnoj količini procesorskih jezgri u svim zakupljenim računalima. Zauzetost procesora u tim računalima, složenost aplikacija koje se na njima izvode i iskorištenost tih aplikacija nisu parametri koji ulaze u obračun. Ostala svojstva zakupljenih računala, poput kapaciteta memorije i diskova, proporcionalna su količini procesorskih jezgri. Osnovna vremenska jedinica za obračun je sat. Drugim riječima, korisnik zakupljuje računala tijekom određenog vremena, a pružatelj usluge oblačnog računarstva mu obračunava ukupnu količinu procesorskih jezgri u zakupljenim računalima.

Manji broj oblačnih poslužitelja, primjerice *Google*, naplatu najmljenih računala temelje na stvarnom vremenu rada zakupljenih procesora. Drugim riječima, mirovanje (*idle*) zakupljenog procesora se ne naplaćuje, za razliku od Microsoftovog i Amazonovog pristupa. Korisnik izravno zakupljuje samo procesore, dok se ostala

pripadna računalna svojstva, poput kapaciteta memorije i diskova, dodjeljuju implicitno, ali proporcionalno količini zakupljenih procesora.

6.1. Amazon Web Services – globalni primjer

Amazon Web Services (AWS) nudi *IaaS*, *PaaS* i *SaaS* usluge kroz servise kao što su *Amazon Elastic Compute Cloud* (EC2), *Amazon Simple Storage Service* (S3) i *Amazon Simple DB* [9]. EC2 postoji od 2006. godine i dozvoljava korisnicima da plate računalne resurse koliko ih koriste. Nudi različite opcije operacijskih sustava uključujući *Linux* i *Windows*. EC2 korisnici koriste Xen virtualizaciju. Svaka virtualna mašina naziva se „instanca“ i funkcioniра kao virtualni privatni poslužitelj. Kako bi se korisnicima olakšalo biranje broja, veličine i konfiguracije instance, Amazon nudi tri različita modela koja nude optimizaciju troškova:

- *On-Demand Instances*;
- *Reserved Instances*;
- *Spot Instances*.

Instanca u EC2 nema trajnu pohranu, pohranjeni podaci će se izgubiti ako je instanca ukinuta. Zato se EC2 često koristi sa *Amazon Elastic Block Store* (EBS) ili S3 koji osiguravaju trajnu pohranu EC2 instanca. Korisnik može stvoriti, pokrenuti, zaustaviti i prekinuti poslužitelja instance kroz više geografskih lokacija uz optimizaciju resursa i visoku dostupnost.

On-Demand Instances

Plaćanje fiksne cijene po satu bez dugoročnih obveza. Može se povećati ili smanjiti računalni kapacitet ovisno o zahtjevima aplikacije.

Reserved Instances

Plaća se niska jednokratna naknada za jednu ili tri godine, a zauzvrat se dobije značajan popust po satu zaduženja za tu instancu. Instanca je uvijek dostupna za operacijski sustav (*Linux/UNIX* ili *Windows*). Za stabilne aplikacije se na ovaj način se može uštedjeti do 71% u usporedbi sa On-Demand Instances iako nema razlike u izvođenju. Postoji više vrsta Reserved Instances (RIs) tipova koji omogućuju da se uravnoteži odnos cijene koja se plaća unaprijed sa cijenom po satu.

Spot Instances

Bazira se na ponudi. Korisnik može odrediti maksimalnu cijenu po satu koju je voljan platiti za pokretanje određene instance. Cijena varira na temelju ponude i potražnje. Ako cijena u jednom trenutku bude viša da maksimalne cijene koju je definirao korisnik, njegova instanca će biti ugašena.

6.2. T-Com Cloud – lokalni primjer

T-Com nudi poslovnim korisnicima niz Cloud Computing usluga pomoću kojih je moguće realizirati nadogradnju postojećeg ICT sustava tvrtke bez velikih ulaganja u infrastrukturu i/ili opremu. Sve usluge su realizirane korištenjem najnovijih metoda i usluga (u branši) te su prilagođene korištenju na računalima (tCloud Računalo, tCloud Server, tCloud Ljudski resursi, tCloud Financije i računovodstvo i tCloud Nadzor vozila) te mobilnim uređajima poput pametnih mobitela i tableta (sve usluge izuzev tCloud Servera). Kako bi se osigurala maksimalna kvaliteta usluga i sigurnost podataka, usluge su aktivne na modernom T-Com Data Centru (izgrađenom 2010. god.) te su svi podaci sigurnosno pohranjeni (backup) - na dnevnoj razini. Usluge mogu biti realizirane bez ugovorne obveze i/ili u fleksibilnu ugovornu obvezu (1, 6, 12, 24 mjeseca) sa uključenim popustima (na uslugu) [5].

T-Com Cloud Računalo

- Usluga poslovnim korisnicima nudi pristup virualnom računalu putem računala (stolna i prijenosna) i mobilnih platformi (Google Android i Apple iOS mobiteli i tableti)
- tCloud Računalo nudi poslovnim korisnicima Microsoft Windows 7 platformu te mogućnost unajmljivanja aplikacija i aplikativnih paketa prema potrebi (primjerice: *Microsoft Office 2010 Home & Business*)
- Osnovne karakteristike usluge: 10 GB diskovnoga prostora, sigurna pohrana podataka, Windows (OS), Flash player (posljednju verziju u tom trenutku), Java plug-in, Media Player s codecima, Internet Explorer

T-Com Cloud Server

- Usluga poslovnim korisnicima nudi pristup virtualnom serveru (poslužitelju) baziranim na Microsoft Windows Server ili Linux Server operativnim sustavu (cijena licence operativnog sustava je uključena u cijenu mjesecnog najma)
- Postoje 3 dostupna paketa prikazana u tablici:

	START	START-W	PLUS	PLUS-W	EXTRA	EXTRA-W
Memorija	10 GB HDD basic	50 GB HDD basic	60 GB HDD fast	80 GB HDD fast	80 GB HDD fast	100 GB HDD fast
RAM	1 GB	2 GB	4 GB	4 GB	8 GB	8 GB
Procesor	1 vCPU	1 vCPU	4 vCPU	4 vCPU	8 vCPU	8 vCPU
OS	Linux	Windows	Linux	Windows	Linux	Windows
Cijena	149 kn/mj.	299 kn/mj.	599 kn/mj.	899 kn/mj.	999 kn/mj.	1499 kn/mj.

T-Com Cloud Ljudski resursi

- Usluga poslovnim korisnicima nudi pristup i korištenje aplikacije za kontrolu i organizaciju ljudskih resursa
- Usluzi se pristupa putem web sučelja te se ista koristi kao koncept SaaS
- Omogućava se kadrovska evidencija, obračun plaća, obračun drugog dohotka, evidencija radnog vremena, upravljanje školovanjima i treninzima, upravljanje poslovnim putovanjima, upravljanje sustavom zapošljavanja, upravljanje učinkom i kompetencijama...

T-Com Cloud Nadzor vozila

- U sklopu usluge je poslovnim korisnicima dostupno potrebno skloplje (uređaj koji se ugrađuje u vozilo) te web-bazirana aplikacija preko koje su nadziru vozila korisnika

Zaključak

Računarstvo u oblaku je jasno definirano kao skup mrežnih servisa namijenjenih pružanju raznih računalnih usluga, od digitalne pohrane podataka do kompletnih softverskih rješenja, kojeg odlikuju sljedeće osobine: dostupnost temeljem standardnih informacijskih i komunikacijskih tehnologija, utemeljenost na računalnoj virtualizaciji, proširivost, naplata prema korištenju (*pay as you go ili pay per use*) te korištenje i skaliranje na zahtjev. Objašnjene su servisne paradigme IaaS, PaaS i SaaS i razlozi zašto se najbolje koriste upravo kroz računalne oblake. Pokazane su prednosti uporabe računalnih oblaka, ekonomске i tehničke. Ekonomske prednosti svode se na isplativost uzrokovanu elastičnošću i optimalnom nabavom. Elastičnost znači da se računalni resursi mogu angažirati kada su potrebni i otpustiti kada te potrebe nestane, dok optimalna nabava znači da ne treba unaprijed nabavljati računalne resurse (koji u redovnim situacijama nisu potrebni) samo radi pokrivanja vršnih opterećenja. Predstavljeni su komercijalni računalni oblaci: Amazon Web Services, kao globalni primjer i T-Com Cloud – lokalni primjer.

Literatura

- [1] Dino Ključo, Cloud Computing, <http://hardwarebase.net/teme/11735/uvod-u-cloud-computing>, pristup: 07.05.2013.
- [2] Alexander Lenk, Markus Klems, Jens Nimis, Stefan Tai, Thomas Sandholm: „*What's Inside the Cloud? An Architectural Map of the Cloud Landscape*“, Proceedings of the 2009 ICSE Workshop on Software Engineering Challenges of Cloud Computing, 23-31 str., 2009.
- [3] HURWITZ, J., BLOOR, R., KAUFMAN, M., HALPER, F., *Cloud Computing For Dummies*, Wiley Publishing Inc., Indiana, USA, 2010.
- [4] Romina Tomac: Tehno-ekonomkska analiza u informacijsko-komunikacijskom kanalu: Studijski slučaj računarstva u oblaku, Diplomski projekt, FER, 2012.
- [5] T-Com Cloud, <https://www.hrvatskitelekom.hr/poslovni/ict/cloud>, pristup: 09.05.2013.
- [6] Filip Gvardjan, USLUGE I POSLOVNI MODELI ZASNOVANI NA RAČUNARSTVU U OBLAKU, Diplomski rad, FER, 2012.
- [7] Armbrust, M; Fox, A; Griffith, R; Joseph, A.D; Katz, R; Konwinski, A; Lee, G., Patterson, D; Rabkin, A; Stoica, I; Zaharia, M. A View of Cloud Computing. Communications of the ACM, 53(4):50-58, 2010.
- [8] Slaven Brumec, RAČUNALNI OBLACI KAO DIO SERVISNO ORIJENTIRANE ARHITEKTURE, Doktorska disertacija, FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE VARAŽDIN, 2011.
- [9] Amazon Web Services, <http://aws.amazon.com/>, pristup: 10.05.2013.
- [10] Trevor Williamson, How a Cloud Infrastructure Can Save or Make You Money, <http://www.journeytothecloud.com/cloud-computing/how-a-cloud-infrastructure-can-save-or-make-you-money/>, pristup: 09.05.2013.