

# IZKUŠNJE PRI RAZVOJU INOVATIVNIH REŠITEV Z UPORABO RAČUNALNIŠTVA V OBLAKU

Robert Dukarić, Matjaž B. Jurič  
Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza v Ljubljani  
robert.dukaric@cloud.si

## Povzetek

Če smo se lani še spraševali, kaj je računalništvo v oblaku in ali je sploh uporabno, lahko letos z gotovostjo ugotovimo, da bo računalništvo v oblaku v naslednjih letih igralo pomembno vlogo na vseh področjih informatike. V prispevku bomo osvetlili tri najpomembnejše vidike računalništva v oblaku, infrastrukturni, platformski in aplikacijski nivo. Prikazali bomo, da je računalništvo v oblaku zelo široko področje in vpliva tako na arhitekturo in razvoj, kakor tudi na način uporabe informacijskih rešitev. Prav tako odpira nove priložnosti pri sodelovanju z zunanjimi izvajalci. Na osnovi konkretnih izkušenj pri vzpostavitvi prvega računalniškega oblaka v Sloveniji, ki je namenjen prenosu znanja in razvoju pilotnih projektov, bomo prikazali načine uporabe privatnih virtualnih oblakov ter razvoja inovativnih rešitev v oblaku. Skozi analizo prednosti in slabosti računalništva v oblaku, ki na eni strani ponuja nov model razvoja, na drugi pa omogoča znižanje stroškov infrastrukture, bomo pokazali, da je računalništvo v oblaku veliko več, kot zgolj uporaba strežnikov na daljavo.

## 1. UVOD

Računalništvo v oblaku predstavlja rapidno razvijajoče se področje, ki ponuja potencial organizacijam vseh velikosti, da povečajo svojo fleksibilnost in učinkovitost. Z računalništvom v oblaku so podatki in storitve ponujeni s strani skupnih računalniških virov, ki se nahajajo v skalabilnih računalniških centrih, in so dostopni preko interneta. Ključni prednosti računalništva v oblaku sta ti, da so storitve vedno dostopne na zahtevo, in lahko skalirajo glede na potrebe.

Izvor računalništva v oblaku sega v šestdeseta leta prejšnjega stoletja, kjer je profesor John McCarthy v enem izmed javnih govorov (ob praznovanju stoletnice ameriške univerze MIT) izjavil »computation may someday be organized as a public utility« [5]. Danes postaja računalništvo v oblaku ena pomembnejših tem na področju informatike. Gartner je na lestvico najpomembnejših trendov v IT za leto 2010 uvrstil računalništvo v oblaku na 1. mesto [1]. Vrednost tržišča se bo v štirih letih potrojila iz 56 milijard USD v letu 2009 na 150 milijard v letu 2013.

Računalništvo v oblaku lahko definiramo kot arhitekturni stil, ki temelji na skalabilnih in elastičnih IT virih, ki so dostopni v obliki storitev preko omrežja. Poudarka sta dva: *skalabilnost in elastičnost IT virov* ter *dostopnost v obliki storitev*. To poudarjamo predvsem, ker je zelo pomembno razumeti, da je računalništvo v oblaku veliko več od enostavnega ponujanja strežniških kapacitet preko omrežja.

## 2. RAČUNALNIŠTVO V OBLAKU

Trenutni tipi računalniških storitev predstavljajo aplikacije (programska oprema kot storitev - SaaS), razvojna orodja (platforma kot storitev - PaaS) ter virtualizirani računalniški viri kot je na primer strežnik (infrastruktura kot storitev- IaaS).

## **2.1 Infrastruktura kot storitev**

Infrastruktura kot storitev oz. na kratko IaaS je najbolj osnovna oblika računalniškega oblaka, ki ponuja uporabo virtualiziranih računalniških virov, torej procesorja, pomnilnika, diskovnega prostora in prenosa podatkov. Na tako zakupljeni infrastrukturi v oblaku uporabljamo operacijski sistem, aplikacijske strežnike, podatkovne strežnike in aplikacije po lastnih željah, podobno, kot bi jih uporabljali na lastnem strežniku. Prednost infrastrukturnega oblaka je predvsem v tem, da lahko kapaciteto tako zakupljene infrastrukture v oblaku elastično povečujemo ali zmanjšujemo, rešeni pa smo tudi skrbi, povezanih z vzdrževanjem strojne opreme. Trenutno najbolj znani infrastrukturni ponudbi sta Amazon EC2 (Elastic Compute Cloud) ter Amazon S3 (Simple Storage Service).

## **2.2 Platforma kot storitev**

Drug tip oblačne ponudbe za izvajanje in gostovanje poljubnih aplikacij je znan kot platforma kot storitev. Najbolj znana primera platformskih oblakov sta Google App Engine in Windows Azure. V PaaS okolju je potrebno naložiti, konfigurirati ter zagnati zgolj aplikacijsko kodo. To pomeni, da vsa orodja, ki jih aplikacija potrebuje za opravljanje svojega dela, obstajajo znotraj PaaS okolja in so na voljo za uporabo na zahtevo. Platformski oblaki nas torej rešijo pred namestitvijo in vzdrževanjem operacijskega sistema in vseh ostalih programskih strežnikov, ki jih tipično potrebujemo v sodobnih informacijskih sistemih (spletni, aplikacijski, podatkovni, procesni strežniki, itd.). Le pomislite na vse posodobitve in nadgradnje, ki jih taki sistemi tipično potrebujejo v času svojega delovanja in odmislite ves stres, ki je s tem povezan.

## **2.3 Programska oprema kot storitev**

Najvišji nivo uporabe oblaka predstavlja razvoj aplikacij v obliki storitev, kar poznamo pod imenom SaaS (Software as a Service) oz. Software + Services. Ponujanje aplikacij kot storitev odpravlja praktično vse težave, povezane z vzdrževanjem aplikacij in njihovim nadgrajevanjem. Uporaba aplikacij v obliki storitev poteka preko lahkih odjemalcev.

Pravo dodano vrednost računalništvo v oblaku dobi predvsem na storitvenem nivoju. Kakorkoli pa pogledamo na računalništvo v oblaku, ostaja dejstvo, da smo priča obračanju trenda. IT oddelki, pa tudi končni uporabniki, ki so včasih strmeli k temu, da bi bili lastniki strojne opreme, so vedno bolj dovzetni za ideje, da za izvajanje lastnih aplikacij raje uporabljajo strojno opremo, pri tem pa se ne obremenjujejo s tem, kje je ta strojna oprema locirana in kdo je njen lastnik.

## **3. NAMESTITVENI MODELI**

Topologija računalništva v oblaku se sestoji iz treh namestitvenih modelov: javnega oblaka, privatnega oblaka ter hibridnega oblaka. Po analizah Gartnerja in ostalih analitskih družb, so ravno privatni oblaki najbolj zanimivi za podjetja in organizacije, saj predstavljajo najmanjše tveganje, omogočajo izhodno strategijo v primeru, da se uporaba oblaka ne bi obnesla, obenem pa omogočajo zelo podobne prihranke, kakor javni oblaki. To velja še posebej za velika podjetja in organizacije, kjer so potrebe po strežniških zmogljivostih toliko večje.

### 3.1 Javni oblak

Javni oblaki so v lasti neke tretje organizacije, ki vsaki svoji stranki ponuja nizko cenovni pay-as-you-go model. Vse uporabniki si v javnem oblaku delijo skupne računalniške vire, ki so upravljani in nadzirani s strani oblačnega ponudnika. Največja prednost javnega oblaka je ta, da tipično ponuja enormne kapacitete, ki omogočajo veliko elastičnost zmogljivosti in skalabilnosti. Po drugi strani pa običajno ne omogočajo visoke stopnje nadzora delovanja.

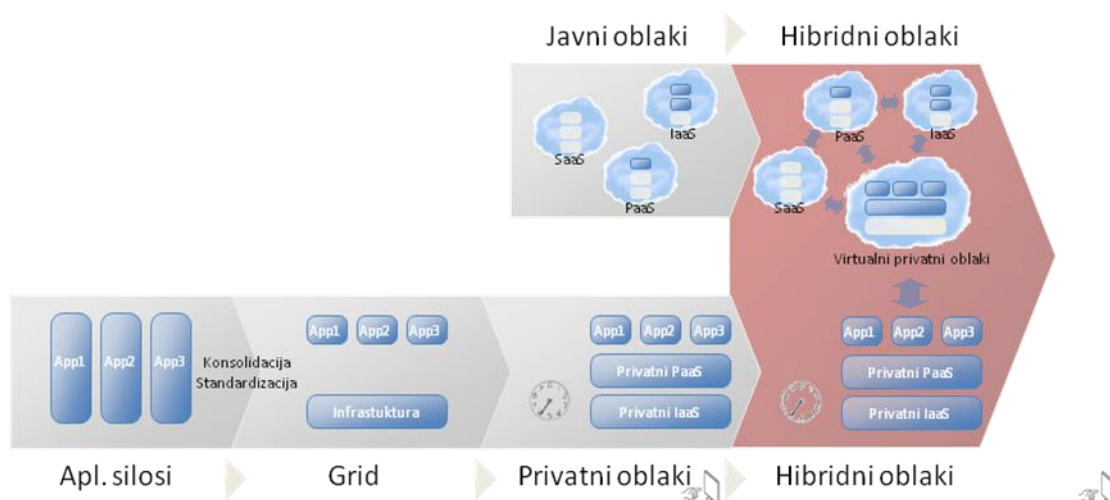
### 3.2 Privatni oblak

Privatni oblaki so zgrajeni izključno za eno organizacijo. Organizacije se za to možnost običajno odločijo zaradi skrbi kot so podatkovna varnost ter izguba nadzora nad lastnimi podatki. Obstajata dva tipa javnih oblakov: notranji in zunanji privatni oblak.

Notranji privatni oblaki so nameščeni znotraj podatkovnega centra neke organizacije. Ta model predstavlja bolj standardiziran proces in zaščito, vendar je na drugi strani omejen z velikostjo in skalabilnostjo. IT organizacije so v primeru uporabe internega privatnega oblaka izpostavljene relativno visokim kapitalnim ter operativnim stroškom. Ta tip oblaka je najbolj primeren za aplikacije, ki zahtevajo popolni nadzor infrastrukture in varnosti. Zunanji privatni oblak je na drugi strani nameščen pri oblačnem ponudniku, zunaj organizacije. V tem primeru je ponudnik tisti, ki mora zagotoviti popolno zaupnost znotraj oblaka. Ta model je primeren za organizacije, ki ne želijo deliti fizičnih resursov v javnih oblakih.

### 3.3 Hibridni oblak

Zraven javnih in privatnih oblakov poznamo še hibridne oblake, kjer določene dele informacijskega sistema namestimo na javne, druge dele pa na privatne oblake. Hibridni oblaki torej predstavljajo kombinacijo privatnega ter javnega oblačnega modela. V tem primeru lahko organizacije uporabljajo javne oblake, da bi povečale fleksibilnost svojih podatkovnih centrov. Uporaba hibridnega oblaka ponuja možnost skaliranja na zahtevo, s čemer se lahko delovna bremena aplikacije bistveno zmanjšajo.



Slika 1: Razvoj privatnih in javnih oblakov

Samo evolucijo računalništva v oblaku oz. namestitvenih modelov je smiselno začeti obravnavati pri aplikacijskih silosih, ki so počasi skozi čas prešli v tako imenovano Grid računalništvo. Takšen tip porazdeljenega računalništva pa se je čez čas prelevil v privatne

oblake, ki so v današnji, informacijski dobi postali zelo uporabni in popularni. Najprimernejša topologija oblaka za javno upravo je uporaba ravno kombinacije privatnih in javnih oblakov (Slika 1), ki pa jih je potrebno razlikovati od enostavne virtualizacije strežnikov. Oblaki namreč omogočajo elastičnost dodeljevanja virov in dostopnost v obliki storitev. Uporaba oblakov tipa PaaS – platformskih oblakov lahko doprinese k konsolidaciji heterogenih arhitektur in platform. Najpomembnejše priložnosti pa skriva uporaba SaaS nivoja oblakov, torej aplikacij v obliki storitev.

## **4. OBLAČNE PLATFORME**

Če pogledamo na tržišče danes, je prisotnih veliko ponudnikov oblačnih storitev, kot so Microsoft Windows Azure, Google App Engine, Force.com, Oracle Cloud Computing, Amazon Web Services ter odprto-kodni Eucalyptus. Zmožnosti, ki jih posamezni ponudnik ponuja, bomo obravnavali v nadaljevanju.

### **4.1 Windows Azure platforma**

Windows Azure je oblačna platforma, ki jo sestavljajo tri tehnologije: Windows Azure, SQL Azure ter Windows Azure platforma AppFabric. Prva predstavlja okolje za razvoj ter izvajanje aplikacij, ki so gostovane in upravljane s strani Microsofta in omogoča IT organizacijam in ISV-jem ponujati programsko opremo kot storitev. Glavni cilj naslednje tehnologije, ki jo imenujemo SQL Azure, je ponuditi storitve za shranjevanje in delo z informacijami. Najpomembnejši predstavnik te tehnologije je SQL Azure Database, ki predstavlja relacijsko podatkovno bazo v oblaku. Platforma AppFabric, ki predstavlja tretjo tehnologijo Azure platforme, pa ponuja infrastrukturo za medsebojno povezovanje aplikacij in storitev. Sestavljata jo dve komponenti: storitveno vodilo in pa nadzor dostopa. Storitveno vodilo dovoli aplikacijam izpostavljanje končnih točk, do katerih lahko dostopajo druge aplikacije, medtem ko je cilj nadzora dostopa omogočiti delo z identitetami aplikacij.

### **4.2 Google AppEngine**

Google App Engine nam omogoča izgradnjo ter gostovanje spletnih aplikacij na istih sistemih, ki poganjajo Googlove aplikacije. Ponuja možnost rapidnega razvoja programske opreme, preprosto administracijo ter skalabilnost. App Engine storitev trenutno podpira razvoj aplikacij zgolj v dveh programskih jezikih, ki sta Java in Python. Za uporabo storitve App Engine, plačamo le toliko, kot dejansko uporabimo. Viri, ki jih koristijo naše aplikacije, kot so shramba podatkov ter pasovna širina, so merjeni po uporabi ter prenosu podatkov ter so zaračunani po konkurenčnih tarifah. Maksimalno količino virov, ki jih bodo naše aplikacije zasedale, lahko nadziramo sami. Uporaba App Engine je v osnovi brezplačna. Vse aplikacije lahko uporabijo vse do 500 MB shrambe in dovolj CPU moči ter pasovne širine, ki omogoča učinkovito strežbo aplikacijam, vse do 5 milijonov obiskov strani na mesec. Če se pojavi potreba po dodatnih virih in storitvah za našo aplikacijo, bomo plačali zgolj za te dodatne vire. Torej osnovni paket je zmeraj brezplačen.

### **4.3 IBM Cloud Burst**

IBM ponuja širok nabor storitev na različnih nivojih računalništva v oblaku. Na nivoju infrastrukture IBM ponuja Cloud Burst Appliance, ki omogoča hitro in učinkovito oblikovanje privatnih oblakov. Poleg tega ponuja še IBM Smart Business Storage Cloud in IBM Information Archive. Na nivoju platforme IBM ponuja IBM Smart Business Development and Test Cloud in IBM Smart Desktop Cloud. Oboje je del IBM Cloud Service Provider

Platform (CSP2). Na nivoju SaaS pa je glavni del IBM ponudbe osredotočen na IBM LotusLive Collaboration Suite.

#### **4.4 Force.com**

Force.com je za razliko od ostalih PaaS rešitev osredotočen na poslovne aplikacije. Je prav tako član Salesforce.com, ki je pričel kot trgovec SaaS rešitev za upravljanje odnosov s strankami, vendar kljub temu Force.com nima povezave z CRM. Pravzaprav ponuja infrastrukturo za poslovne aplikacije, ki so prirejene unikatnim zahtevam za vsako organizacijo, preko kombinacije kode in konfiguracije. Takšna oblika infrastrukture nam je na voljo kot storitev preko interneta. Force.com cilja predvsem na razvijalce aplikacij in na ISV-je. Za razliko od ostalih PaaS ponudb, Force.com ne izpostavlja razvijalcev neposredno do njihove infrastrukture. Razvijalci ne rabijo pripraviti CPU časa, diskov ali primerkov za zaganjanje operacijskih sistemov. Namesto njih Force.com ponuja običajno aplikacijsko platformo, ki temelji na relacijski podatkovni bazi.

Force.com lahko integriramo z ostalimi tehnologijami z uporabo odprtih standardov, kot so SOAP in REST. Za razvoj aplikacij pa uporablja reprezentacijo meta podatkov ter programske jezike in je za razvijalce brezplačen. Produkcija aplikacij se zaračunava izključno za uporabljeno shrambo ter za število unikatnih uporabnikov.

#### **4.5 Oracle Cloud Computing**

Bogata ponudba Oraclovih oblačnih storitev vključuje Oracle On Demand, ki ponuja programsko opremo kot storitev (SaaS), kot tudi gostovanje in upravljane alternative za on-premises namestitve. Za organizacije, ki gradijo zasebne (privatne) oblake in za ponudnike storitev, ki gradijo javne oblake, Oracle ponuja celovite rešitve za platformo kot storitev (PaaS) in infrastrukturo kot storitev (IaaS).

Eno izmed zelo pomembnih oblačni ponudb je tudi Oracle Platform for SaaS, ki vključuje Oracle Database, Oracle Fusion Middleware, Oracle Enterprise Manager in Oracle VM ter predstavlja celovit, odprt in integriran nabor tehnologij, ki omogočajo ISV-jem izgradnjo, namestitev ter upravljanje SaaS rešitev in aplikacij, ki temeljijo na oblaku. Oracle Platform for SaaS zagotavlja ISV-jem eno samo integrirano platformo za on-premises in oblačne namestitve in hkrati omogoča ISV-jem da ponudijo svojim strankam možnost izbire, kje naj se njihove aplikacije izvajajo.

#### **4.6 Amazon EC2 in Web Services**

Amazon že vse od leta 2006 ponuja organizacijam različnih velikosti celo vrsto spletnih storitev v oblaku in danes predstavlja enega izmed največjih ponudnikov le-teh. AWS nam omogoča uporabo računalniške moči, shrambe podatkov ter drugih elastičnih storitev IT infrastrukture. Prav tako omogoča veliko stopnjo fleksibilnosti na način, da lahko izbiramo med katerokoli razvijalsko platformo ali programerskim modelom, ki najbolje ustreza problemom, ki jih poskušamo rešiti. Kot pri ostalih oblačnih platformah tudi tukaj plačamo zgolj toliko, kot uporabimo, kar omogoča cenovno učinkovit način dostave naših aplikacij tako strankam kot drugim odjemalcem. AWS torej ponuja številne koristi IT organizacijam in razvijalcem, kot so stroškovna učinkovitost, zanesljivost, fleksibilnost ter razumljivost.

AWS nam omogoča tudi uporabo katerega koli operacijskega sistema, razvojnega okolja ter programerskega modela. AWS je torej skupno ime za kup precej različnih storitev v ponudbi, ki pa so vse dostopne prek povezave HTTP s protokoli kot sta REST in SOAP. Ključne

storitve AWS so Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), Simple Storage Service (S3), Relational Database Service (RDS) in Simple Queue Service (SQS), ki pa jih nadgrajujejo tudi z bolj specializirano ponudbo, kot je na primer podatkovna shramba SimpleDB.

## 4.7 Eucalyptus

Predstavlja enega izmed ponudnikov infrastrukture kot storitve. Eucalyptus je odprtokodna programska oprema za implementacijo on-premises oblakov na obstoječi infrastrukturi IT organizacij in storitvenih ponudnikov. Omogoča postavitve privatnih in hibridnih oblakov in z vgrajeno podporo AWS programskega vmesnika omogoča interakcijo tudi z javnimi oblaki. Zraven upravljanja z virtualnimi stroji, oblačna tehnologija podpira tudi varno virtualizacijo omrežja in shrambe. Podpira operacijske sisteme bazirane na Linuxu kot so Ubuntu, RHEL, OpenSuse, Debian, Fedora in CentOS.

Eucalyptus počasi postaja standard za on-premises računalništvo v oblaku in dostavlja cenovno učinkovitost ter skalabilnost oblakov z varnostjo in nadzorom, ki prihajata skupaj z IT infrastrukturo organizacije. Ponuja številne zmožnosti končnemu uporabniku kot so kostumizacija, samopostrežno zaračunavanje, »legacy application« podpora, kostumizirani SLA-ji, monitoring oblaka, merjenje porabe oz. »metering«, podpora za avtomatično skaliranje in hkrati predstavlja visoko dostopno oblačno platformo.

## 5. SKLEP

Računalništvo v oblaku je v poslednjem desetletju neprestano postavljeno pod žaromete globalne IT sfere. Praktično ni več moči zaslediti konference ali računalniške revije, kjer ne bi bilo napisanega vsaj enega večjega članka o tej veji računalništva.

Zatiskati si oči in se izgovarjati na to, da gre pri računalništvu v oblaku le za modno muho, bo srednjeročno škodljivo, saj bomo tako »prespali« pomemben premik, ki lahko zagotovi učinkovitejše delovanje, zmanjšanje operativnih stroškov ter razbremenitev človeških virov. Posebej pomembno pa je, da na računalniške oblake ne gledamo samo skozi prizmo znižanja stroškov in zmanjšanja lastne strežniške infrastrukture.

Računalniški oblaki odpirajo nove dimenzije pri razvoju poslovnih aplikacij in omogočajo izkoriščanje sinergij, razvoj novih vrednostnih verig in novih poslovnih modelov. Aplikacije v obliki storitev pa na drugi strani odpirajo nove možnosti na področju integracije, poslovne inteligence, podpore poslovnim procesom, ki se raztezajo med več kot eno organizacijo ter podpore sodelovanju.

## 6. VIRI IN LITERATURA

- [1] Gartner Group, [www.gartner.com](http://www.gartner.com)
- [2] JURIČ, Matjaž B., KAPIL, Pant, Business Process Driven SOA using BPMN and BPEL, Packt Publishing, 2008.
- [3] JURIČ, Matjaž B., JENNINGS, Frank, LOGANATHAN, Ramesh, SOA Approach to Integration, Packt Publishing, 2007.
- [4] JURIČ, Matjaž B., Business Process Execution Language for Web Services, 2nd Edition, Packt Publishing, 2006.
- [5] Wikipedia, [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

[6] Daniel A. Menascé, Paul Ngo. Understanding Cloud Computing: Experimentation and Capacity Planning