

Serijal Pearson Digital Enterprise autora Tomasa Erla  
Prevod knjige „Cloud Computing, Concepts: Technology, Security & Architecture”



# Računarstvo u oblaku

## Koncepti, tehnologija, bezbednost i arhitektura



PREVOD DRUGOG IZDANJA

Predgovor napisao Dejvid Lintikam

 kompjuter  
biblioteka



Autor bestselera **Tomas Erl**  
i Erik Barselo Monroj  
sa doprinosima profesora Zajgama Mahmuda i  
dr Rikarda Putinija

# Računarstvo u oblaku

Koncepti, tehnologija, bezbednost i arhitektura

Računarstvo u oblaku postalo je integralni i osnovni deo informacione tehnologije. Većina digitalnih poslovnih aktivnosti i tehnoloških inovacija dešava se uz učešće savremenih okruženja u oblaku koja isporučuju visoko sofisticiranu, automatizovanu tehnološku infrastrukturu i širok spektar tehnoloških resursa. Da biste uspešno izgradili, kreirali ili stupili u interakciju sa okruženjem u oblaku, potrebno je razumete osnovne unutrašnje mehanizme, arhitektonske slojeve, modele i bezbednosne kontrole. Takođe je potrebno da razumete poslovne i ekonomske faktore koji opravdavaju usvajanje i upotrebu oblaka i proizvoda i usluga prikagođenih oblaku.

U knjizi **Računarstvo u oblaku: koncepti, tehnologija, bezbednost i arhitektura**, Tomas Erl, jedan od najprodavanijih autora IT literature na svetu, udružuje snage sa stručnjakom za računarstvo u oblaku, Erikom Barselo Monrojem, da bi dokazane i razvijene tehnologije i prakse računarstva u oblaku pretvorili u niz jasno definisanih koncepata, tehnoloških mehanizama i tehnoloških arhitektura. Takođe, knjiga sadrži sveobuhvatnu analizu tema kontejnerizacije i računarske bezbednosti.

Svako poglavlje je pažljivo kreirano, iz perspektive industrije, neutralno u odnosu na pružaoce usluga. Na taj način, knjiga gradi konkretne, akademske analize, usredsređene na strukturu, jasnoću i precizno definisane gradivne elemente za vodeće platforme i rešenja u oblasti računarstva u oblaku i kontejnerizacije. Sa skoro 370 slika, 40 arhitektonskih modela i 50 mehanizama, ova nezamenljiva knjiga pruža sveobuhvatno obrazovanje o savremenom računarstvu u oblaku, kontejnerizaciji i računarskoj bezbednosti koje će vam uvek biti na dohvata ruke.

*„Ova knjiga pruža temeljan i detaljan opis koncepata, arhitektura i tehnologija računarstva u oblaku. Ovo je izvanredan izvor informacija i za početnike i za stručnjake, i obavezno štivo za sve IT profesionalce zainteresovane za računarstvo u oblaku.“*

– **Andre Tost**, istaknuti inženjer kompanije IBM Software



Skenirajte QR kod, registrujte knjigu i osvojite nagradu

Predgovor Dejvid Lintkam

Poglavje 1: Uvod

Poglavje 2: Pozadina studije slučaja

## **DEO I: OSNOVE RAČUNARSTVA U OBLAKU**

Poglavje 3: Koncept računarstva u oblaku

Poglavje 4: Osnovni koncepti i modeli

Poglavje 5: Tehnologija koja omogućava oblak

Poglavje 6: Koncept kontejnerizacije

Poglavje 7: Koncept bezbednosti oblaka i računarske bezbednosti

## **DEO II: MEHANIZMI RAČUNARSTVA U OBLAKU**

Poglavje 8: Mehanizmi infrastrukture oblaka

Poglavje 9: Specijalizovani mehanizmi oblaka

Poglavje 10: Mehanizmi bezbednosti oblaka i računarske bezbednosti orijentisani na pristupu

Poglavje 11: Mehanizmi bezbednosti oblaka i računarske bezbednosti orijentisani na podatke

Poglavje 12: Mehanizmi upravljanja oblakom

## **DEO III: ARHITEKTURA RAČUNARSTVA U OBLAKU**

Poglavje 13: Osnovne arhitekture oblaka

Poglavje 14: Napredne arhitekture oblaka

Poglavje 15: Specijalizovane arhitekture oblaka

## **DEO IV: RAD SA OBLACIMA**

Poglavje 16: Razmatranja modela isporuke oblaka

Poglavje 17: Metrike troškova i modeli cenovnika

Poglavje 18: Metrike kvaliteta usluga i sporazumi o nivou usluga

# **Računarstvo u oblaku**

**Koncepti, tehnologija, bezbednost i arhitektura**

**Tomas Erl**  
**Erik Barselo Monroj**

**Prevod drugog izdanja**

 **kompiuter  
biblioteka**



Izdavač:



Obalskih radnika 4a  
Beograd, Srbija

Tel: 011/2520272

e-pošta: kombib@gmail.com

veb-sajt: www.kombib.rs

Za izdavača:

Mihailo J. Šolajić, direktor

Autori:

Thomas Erl  
Erik Barselo Monroy

Prevod: Nemanja Lukić

Recenzent: Miroslav Ristić

Slog: Zvonko Aleksić

Znak Kompjuter biblioteke:

Miloš Milosavljević

Štampa: „Pekograf“, Zemun

Tiraž: 500

Godina izdanja: 2024.

Broj knjige: 575

Izdanje: Prvo

ISBN: 978-86-7310-598-7

Naslov originala:

## Cloud Computing

Concepts, Technology, Security & Architecture

by Thomas Erl, Eric Barceló Monroy

Copyright © 2024 Arcitura Education Inc.

All rights reserved. This publication is protected by copyright, and permission must be obtained from the publisher prior to any prohibited reproduction, storage in a retrieval system, or transmission in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or likewise.

ISBN-13: 978-0-13-805225-6

## Računarstvo u oblaku

Koncepti, tehnologija, bezbednost i arhitektura

Autorizovani prevod sa engleskog jezika.

Sva prava zadržana. Nijedan deo ove knjige se ne sme reprodukovati, čuvati u sistemu za pronalaženje ili prenositi u bilo kom obliku ili na bilo koji način, bez prethodne pismene dozvole izdavača, osim u slučaju kratkih citata ugrađenih u kritičke članke ili prikaze.

Tokom pripreme ove knjige uloženi su svi napori da se obezbedi tačnost predstavljenih informacija. Međutim, informacije sadržane u ovoj knjizi se prodaju bez garancije, bilo izričite ili podrazumevane. Autori i izdavač neće biti odgovorni za bilo kakvu štetu prouzrokovanu ili navodno prouzrokovanu direktno ili indirektno ovom knjigom.

„Kompjuter biblioteka” i „Pearson Education, Inc” su nastojali da obezbede informacije o zaštitnim znakovima o svim kompanijama i proizvodima pomenutim u ovoj knjizi korišćenjem odgovarajućeg načina njihovog pominjanja u tekstu. Međutim, ne možemo da garantujemo tačnost ovih informacija.

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд  
004.722

**ЕРЛ, Томас, 1967-**

Računarstvo u oblaku : koncepti, tehnologija, bezbednost i arhitektura: prevod drugog izdanja / Thomas Erl, Erik Barselo Monroy ; [prevod Nemanja Lukić]. - Izd. 1. - Beograd : Kompjuter Biblioteka, 2024 (Zemun: Pekograf). - XVII, 559 str.: ilustr.; 26 cm. - (Kompjuter biblioteka ; br. knj. 575)

Prevod dela: Cloud Computing. - Slike autora. - Tiraž 500. - O autorima: str. XIX-XX. - Str. XXI-XXIII: Predgovor / Dejvid S. Linthicum. - Register.

ISBN 978-86-7310-598-7

1. Монрој, Ерик Барсело [аутор]  
а) Технологија облака

COBISS.SR-ID 140820489



# Kratak sadržaj

## **POGLAVLJE 1**

**Uvod** ..... 1

## **POGLAVLJE 2**

**Pozadina studije slučaja** ..... 11

## **DEO I**

**OSNOVI RAČUNARSTVA U OBLAKU** ..... 21

## **POGLAVLJE 3**

**Koncept računarstva u oblaku** ..... 23

## **POGLAVLJE 4**

**Osnovni koncepti i modeli** ..... 51

## **POGLAVLJE 5**

**Tehnologija koja omogućava oblak** ..... 79

## **POGLAVLJE 6**

**Koncept kontejnerizacije** ..... 115

## **POGLAVLJE 7**

**Koncept bezbednosti oblaka i računarske bezbednosti** ..... 159

## **DEO II**

**MEHANIZMI RAČUNARSTVA U OBLAKU** ..... 193

## **POGLAVLJE 8**

**Mehanizmi infrastrukture oblaka** ..... 195

## **POGLAVLJE 9**

**Specijalizovani mehanizmi oblaka** ..... 227

<b>POGLAVLJE 10</b>	
<b>Mehanizmi bezbednosti oblaka i računarske bezbednosti orijentisani na pristupu .....</b>	<b>269</b>
<b>POGLAVLJE 11</b>	
<b>Mehanizmi bezbednosti oblaka i računarske bezbednosti orijentisani na podatke .....</b>	<b>311</b>
<b>POGLAVLJE 12</b>	
<b>Mehanizmi upravljanja oblakom. ....</b>	<b>325</b>
<b>DEO III</b>	
<b>ARHITEKTURA RAČUNARSTVA U OBLAKU .....</b>	<b>341</b>
<b>POGLAVLJE 13</b>	
<b>Osnovne arhitekture oblaka .....</b>	<b>343</b>
<b>POGLAVLJE 14</b>	
<b>Napredne arhitekture oblaka .....</b>	<b>371</b>
<b>POGLAVLJE 15</b>	
<b>Specijalizovane arhitekture oblaka .....</b>	<b>415</b>
<b>DEO IV</b>	
<b>RAD SA OBLACIMA .....</b>	<b>457</b>
<b>POGLAVLJE 16</b>	
<b>Razmatranja o modelima isporuke oblaka .....</b>	<b>459</b>
<b>POGLAVLJE 17</b>	
<b>Metrike troškova i modeli cenovnika .....</b>	<b>479</b>
<b>POGLAVLJE 18</b>	
<b>Metrike kvaliteta usluga i SLA sporazumi .....</b>	<b>503</b>
<b>DEO V</b>	
<b>Dodaci .....</b>	<b>519</b>
<b>DODATAK A</b>	
<b>Zaključci iz studija slučaja .....</b>	<b>521</b>
<b>DODATAK B</b>	
<b>Uobičajene tehnologije kontejnerizacije .....</b>	<b>527</b>
<b>INDEKS .....</b>	<b>543</b>

# Sadržaj

## POGLAVLJE 1

### Uvod

.....	1
1.1 Ciljevi ove knjige .....	3
1.2 Šta ova knjiga ne pokriva .....	3
1.3 Kome je namenjena ova knjiga .....	3
1.4 Kako je ova knjiga organizovana .....	4
Prvi deo: Osnovni principi računarstva u oblaku .....	4
Poglavlje 3: Upoznavanje računarstva u oblaku .....	4
Poglavlje 4: Osnovni koncepti i modeli računarstva u oblaku .....	4
Poglavlje 5: Tehnologija koja omogućava implementaciju oblaka .....	4
Poglavlje 6: Koncept kontejnerizacije .....	4
Poglavlje 7: Bezbednost računarstva u oblaku i računarska bezbednost .....	5
Drugi deo: Mehanizmi u računarstvu u oblaku .....	5
Poglavlje 8: Mehanizmi infrastrukture računarstva u oblaku .....	5
Poglavlje 9: Specijalizovani mehanizmi računarstva u oblaku .....	5
Poglavlje 10: Mehanizmi računarstva u oblaku i računarske bezbednosti fokusirani na pristup .....	5
Poglavlje 11: Mehanizmi bezbednosti i računarske bezbednosti računarstva u oblaku fokusirani na podatke .....	6
Poglavlje 12: Mehanizmi za upravljanje računarstvom u oblaku .....	6
Treći deo: Arhitektura računarstva u oblaku .....	6
Poglavlje 13: Osnovni modeli arhitekture oblaka .....	6
Poglavlje 14: Napredni modeli arhitekture oblaka .....	6
Poglavlje 15: Specijalizovani modeli arhitekture oblaka .....	7
Četvrti deo: Praktična primena računarstva u oblaku .....	7
Poglavlje 16: Razmatranja modela dostave usluga u oblaku .....	7
Poglavlje 17: Metrike troškova i modeli cena .....	7
Poglavlje 18: Metrike kvaliteta usluga i Sporazumi o nivou usluga (SLAs) .....	8
Peti deo: Dodatni materijali .....	8

1.5 Resursi.....	8
Serija knjiga Pearson Digital Enterprise .....	8
Tomas Erl na YouTube platformi .....	8
Bilten <b>Digital Enterprise</b> na LinkedIn platformi .....	9
Program za profesionalne sertifikate u oblasti tehnologije u oblaku (CCP).....	9

## POGLAVLJE 2

### Pozadina studije slučaja..... 11

2.1 Prva studija slučaja: ATN .....	12
Tehnička infrastruktura i okruženje.....	12
Poslovni ciljevi i nova strategija.....	13
Plan i strategija implementacije .....	13
2.2 Druga studija slučaja: DTGOV .....	15
Tehnička infrastruktura i okruženje.....	15
Poslovni ciljevi i nova strategija.....	16
Plan i strategija implementacije .....	17
2.3 Treća studija slučaja: Innovartus Technologies Inc .....	18
Tehnička infrastruktura i okruženje.....	18
Poslovni ciljevi i strategija.....	19
Plan i strategija implementacije .....	19

## DEO I

### OSNOVI RAČUNARSTVA U OBLAKU ..... 21

## POGLAVLJE 3

### Koncept računarstva u oblaku ..... 23

3.1 Poreklo i uticaji .....	24
Kratak istorijski pregled .....	24
Definicije .....	25
Poslovni motivi .....	26
<i>Smanjenje troškova</i> .....	26
<i>Poslovna agilnost</i> .....	27
Tehnološke inovacije.....	28
<i>Klasterovanje</i> .....	28
<i>Računarska mreža</i> .....	28
<i>Planiranje kapaciteta</i> .....	29
<i>Virtuelizacija</i> .....	30
<i>Kontejnerizacija</i> .....	31
<i>Okruženje bez servera</i> .....	31
3.2 Osnovni koncepti i terminologija .....	32
Oblak.....	32

Kontejner .....	33
IT Resurs.....	33
Lokalno smešten .....	35
Korisnici i pružaoci usluga u oblaku.....	35
Skaliranje.....	36
<i>Horizontalno skaliranje</i> .....	36
<i>Vertikalno skaliranje</i> .....	36
Usluga u oblaku.....	37
Korisnik usluge u oblaku .....	39
3.3 Ciljevi i prednosti .....	39
Povećana odzivnost.....	40
Smanjivanje investicija i proporcionalnih troškova .....	40
Povećana skalabilnost.....	42
Povećana dostupnost i pouzdanost .....	43
3.4 Rizici i izazovi.....	44
Povećana ranjivost zbog preklapajućih granica poverenja .....	44
Povećana ranjivost zbog deljene bezbednosne odgovornosti .....	44
Povećana izloženost računarskim pretnjama .....	46
Smanjen opseg kontrole nad operativnim upravljanjem .....	46
Ograničena prenosivost između pružalaca usluga u oblaku .....	48
Višeregionalna usaglašenost i zakonska pitanja .....	49
Prekoračenje troškova.....	49

## POGLAVLJE 4

### Osnovni koncepti i modeli ..... 51

4.1 Uloge i granice.....	52
Pružalac usluga u oblaku .....	52
Korisnik oblaka.....	52
Posrednik u oblaku.....	53
Vlasnik usluge oblaka .....	54
Administrator resursa oblaka .....	55
Dodatne uloge.....	57
Organizaciona granica .....	57
Granica poverenja.....	58
4.2 Karakteristike oblaka .....	59
Upotreba po zahtevu.....	59
Sveprisutan računarski pristup .....	60
Okruženje sa više korisnika (i grupisanje resursa).....	60
Elastičnost.....	60
Merljiva upotreba.....	62
Otpornost .....	62
4.3 Modeli pružanja usluga u oblaku .....	62



Infrastruktura kao usluga (IaaS) .....	64
Platforma kao usluga (PaaS).....	64
Softver kao usluga (SaaS) .....	66
Upoređivanje modela isporuke usluga u oblaku .....	67
Kombinovanje modela isporuke usluge u oblaku .....	68
<i>IaaS + PaaS</i> .....	68
<i>IaaS + PaaS + SaaS</i> .....	71
Podmodeli isporuke oblaka .....	72
4.4 Modeli implementacije oblaka .....	74
Javni oblak.....	74
Privatni oblaci.....	74
Sistem više oblaka .....	77
Hibridni oblaci.....	77

## POGLAVLJE 5

### Tehnologija koja omogućava oblak ..... 79

5.1 Mreže i arhitektura interneta .....	80
Pružaoци usluge interneta .....	80
Prebacivanje paketa bez uspostavljanja veze (datagram mreže) .....	82
Internet povezivanje zasnovano na ruteru.....	83
<i>Fizička mreža</i> .....	84
<i>Protokol transportnog sloja</i> .....	84
<i>Protokol aplikacionog sloja</i> .....	84
Tehnička i poslovna razmatranja.....	84
<i>Problemi povezanosti</i> .....	84
<i>Problemi sa propusnom moći mreže i kašnjenjem</i> .....	87
<i>Bežične i satelitske mreže</i> .....	88
<i>Izbor operatera i pružaoca usluga u oblaku</i> .....	89
5.2 Tehnologija centara podataka u oblaku .....	89
Virtuelizacija.....	89
Standardizacija i modularnost .....	90
Autonomno računarstvo.....	91
Daljinsko upravljanje i održavanje.....	91
Visoka dostupnost .....	91
Svest o bezbednosti pri dizajnu, radu i upravljanju .....	92
Objekti.....	92
Računarska oprema.....	92
Oprema za skladištenje.....	93
Mrežna oprema.....	94
<i>Povezivanje sa spoljašnjim mrežama i operaterima</i> .....	94
<i>Balans opterećenja i ubrzanje veb sloja</i> .....	94
<i>Struktura lokalne mreže (LAN Fabric)</i> .....	95
<i>Mrežna infrastruktura za skladištenje (SAN Fabric)</i> .....	95

<i>NAS pristupne tačke</i> .....	95
Okruženje bez servera .....	95
Klasterka okruženja NoSQL .....	96
Dodatna razmatranja .....	98
5.3 Savremena virtuelizacija .....	99
Nezavisnost od hardvera .....	99
Integracija servera .....	99
Replikacija resursa .....	100
Virtuelizacija oslonjena na operativni sistem .....	100
Virtuelizacija oslonjena na hardver .....	102
Kontejneri i virtuelizacija oslonjena na aplikacije .....	103
Upravljanje virtuelizacijom .....	104
Dodatna razmatranja .....	104
5.4 Tehnologija sa više korisnika .....	105
5.5 Tehnologija usluga i API usluge .....	107
REST usluge .....	107
Veb usluge .....	108
Servisni agenti .....	110
Posrednička usluga .....	110
Proceduralni poziv na daljinu putem veba .....	111
5.6 Primer studije slučaja .....	111

## POGLAVLJE 6

### Koncept kontejnerizacije .....

115

6.1 Poreklo i uticaji .....	116
Kratka retrospektiva .....	116
Kontejnerizacija i računarstvo u oblaku .....	117
6.2 Osnove virtuelizacije i kontejnerizacije .....	117
Osnove operativnog sistema .....	117
Osnove virtuelizacije .....	118
<i>Fizički serveri</i> .....	118
<i>Virtuelni serveri</i> .....	118
<i>Hipervizori</i> .....	119
<i>Tipovi virtuelizacije</i> .....	119
Osnove kontejnerizacije .....	121
<i>Kontejneri</i> .....	121
<i>Slike kontejnera</i> .....	121
<i>Motorni kontejnera</i> .....	121
<i>Ljuske</i> .....	122
<i>Domaćini</i> .....	122
<i>Klasteri domaćina</i> .....	124
<i>Mreže domaćina i prekrivajuće mreže</i> .....	125

Virtuelizacija i kontejnerizacija.....	125
<i>Kontejnerizacija na fizičkim serverima.....</i>	<i>125</i>
<i>Kontejnerizacija na virtuelnim serverima.....</i>	<i>126</i>
<i>Prednosti kontejnerizacije.....</i>	<i>127</i>
<i>Rizici i izazovi kontejnerizacije.....</i>	<i>128</i>
6.3 Koncept kontejnera .....	129
Skladištenje kontejnera .....	129
Kontejneri i ljuske.....	130
Instance kontejnera i klasteri.....	133
Upravljanje paketima kontejnera.....	133
Orkestracija kontejnera.....	136
Menadžer paketa kontejnera naspram orkestratora kontejnera.....	139
Mreže kontejnera .....	139
<i>Opseg mreže kontejnera .....</i>	<i>140</i>
<i>Adrese mreže kontejnera .....</i>	<i>142</i>
Bogati kontejneri.....	144
Ostale uobičajene karakteristike kontejnera .....	145
6.4 Koncept slika kontejnera .....	145
Tipovi i uloge slika kontejnera .....	145
Nepromenljivost slike kontejnera.....	147
Apstrakcija slike kontejnera .....	147
<i>Apstrakcija jezgra operativnog sistema.....</i>	<i>147</i>
<i>Apstrakcija operativnog sistema izvan jezgra.....</i>	<i>148</i>
Datoteke za izgradnju kontejnera .....	149
<i>Slojevi slike kontejnera .....</i>	<i>149</i>
Kako se kreiraju slike prilagođenih kontejnera .....	151
6.5 Tipovi višestrukih kontejnera .....	152
Kontejner pomoćnik.....	152
Kontejner adapter.....	154
Kontejner ambasador.....	155
Korišćenje više kontejnera zajedno.....	157
6.6 Primer studije slučaja .....	158

## POGLAVLJE 7

### **Koncept bezbednosti oblaka i računarske bezbednosti . . . . . 159**

7.1 Osnovna terminologija bezbednosti.....	160
Poverljivost.....	160
Integritet .....	161
Dostupnost.....	161
Autentičnost .....	162
Kontrole bezbednosti.....	162
Mehanizmi bezbednosti.....	163

---

Politike bezbednosti .....	163
7.2 Osnovna terminologija pretnji .....	163
Rizik .....	163
Ranjivost .....	163
Eksploatacija .....	163
Ranjivost nultog dana .....	164
Bezbednosni prekršaj .....	164
Kompromitovanje podataka .....	164
Curenje podataka .....	164
Pretnja (ili računarska pretnja) .....	164
Napad (ili računarski napad) .....	164
Napadač i uljez .....	164
Vektor napada i površina napada .....	165
7.3 Agenti pretnji .....	165
Anoniman napadač .....	166
Zlonameran agent usluge .....	167
Pouzdana napadač .....	167
Zlonamerni unutrašnji korisnik .....	167
7.4 Uobičajene pretnje .....	168
Prisluškivanje saobraćaja .....	168
Zlonameran posrednik .....	168
Odbijanje usluge .....	169
Nedovoljna autorizacija .....	171
Napad virtuelizacijom .....	172
Preklapanje granica poverenja .....	173
Napad na kontejnerizaciju .....	174
Zlonamerni softver .....	175
Unutrašnja pretnja .....	177
Društveni inženjering i mrežna krađa identiteta .....	178
Mreža zaraženih računara .....	178
Eskalacija privilegija .....	181
Gruba sila .....	182
Daljinsko izvršavanje koda .....	182
Umetanje SQL koda .....	183
Tuneliranje .....	184
Napredna trajna pretnja .....	185
7.5 Primer studije slučaja .....	187
7.6 Dodatna razmatranja .....	188
Nedostaci u implementaciji .....	188
Razlike u bezbednosnim politikama .....	188
Ugovori .....	189
Upravljanje rizikom .....	190
7.7 Primer studije slučaja .....	191

**DEO II****MEHANIZMI RAČUNARSTVA U OBLAKU ..... 193****POGLAVLJE 8****Mehanizmi infrastrukture oblaka ..... 195**

8.1 Granica logičke mreže.....	196
8.2 Virtuelni server.....	200
8.3 Hipervizor .....	205
8.4 Uređaj za skladištenje u oblaku.....	207
Nivoi skladištenja u oblaku.....	208
Mrežni interfejsi za skladištenje.....	208
Interfejsi za skladištenje objekata .....	209
Interfejsi za skladištenje baza podataka .....	210
<i>Relaciono skladištenje podataka</i> .....	210
<i>Nerelaciono skladištenje podataka</i> .....	210
8.5 Praćenje korišćenja oblaka.....	214
Agent za praćenje.....	214
Agent resursa .....	215
Agent za anketiranje.....	215
8.6 Replikacija resursa .....	220
8.7 Gotovo okruženje .....	224
8.8 Kontejner .....	226

**POGLAVLJE 9****Specijalizovani mehanizmi oblaka ..... 227**

9.1 Alat za automatsko skaliranje .....	228
9.2 Raspodela opterećenja.....	234
9.3 Praćenje sporazuma o nivou usluga.....	236
Agent za anketiranje praćenje SLA sporazuma .....	238
Agent za praćenje SLA sporazuma .....	238
9.4 Praćenje naplate po upotrebi .....	242
9.5 Praćenje revizija .....	247
9.6 Sistem za automatsko prebacivanje.....	249
Aktivna-aktivna.....	249
Aktivno-pasivna.....	252
9.7 Klaster resursa .....	259
9.8 Posrednik za više uređaja.....	263
9.9 Baza podataka za upravljanje stanjem .....	265



**POGLAVLJE 10****Mehanizmi bezbednosti oblaka i računarske bezbednosti**

<b>orijentisani na pristupu .....</b>	<b>269</b>
10.1 Šifrovanje .....	271
Simetrično šifrovanje .....	272
Asimetrično šifrovanje .....	272
10.2 Heširanje.....	274
10.3 Digitalni potpis.....	276
10.4 Bezbednosne grupe zasnovane na oblaku.....	280
10.5 Sistem infrastrukture javnih ključeva (PKI).....	284
10.6 Sistem za jedinstveno prijavljivanje (SSO) .....	287
10.7 Ojačana slika virtuelnog servera.....	290
10.8 Mrežni zaštitni zid .....	292
10.9 Virtuelna privatna mreža (VPN).....	293
10.10 Biometrijski skener .....	295
10.11 Sistem višefaktorske autentifikacije (MFA).....	297
10.12 Sistem upravljanja identitetom i pristupom (IAM) .....	298
10.13 Sistem za detekciju upada (IDS) .....	301
10.14 Alat za testiranje probojnosti .....	302
10.15 Sistem za analizu ponašanja korisnika (UBA) .....	304
10.16 Pomoćni program treće strane za ažuriranje softvera .....	306
10.17 Praćenje upada u mrežu .....	308
10.18 Praćenje evidencije autentifikacije.....	309
10.19 Alat za praćenje virtuelne privatne mreže.....	309
10.20 Dodatne prakse i tehnologije za bezbednost u oblaku usmerene na pristup .....	310

**POGLAVLJE 11****Mehanizmi bezbednosti oblaka i računarske bezbednosti**

<b>orijentisani na podatke .....</b>	<b>311</b>
11.1 Sistem za skeniranje digitalnih virusa i dešifrovanje.....	312
Generičko dešifrovanje.....	313
Digitalni imuni sistem.....	313
11.2 Sistem za analizu zlonamernog koda .....	315
11.3 Sistem za sprečavanje gubitka podataka (DLP) .....	317
11.4 Modul pouzdane platforme (TPM).....	319
11.5 Sistem za rezervne kopije i oporavak podataka.....	320
11.6 Praćenje evidencije aktivnosti.....	322
11.7 Praćenje saobraćaja.....	323
11.8 Praćenje zaštite od gubitka podataka .....	323

**POGLAVLJE 12**

<b>Mehanizmi upravljanja oblakom.....</b>	<b>325</b>
12.1 Sistem za daljinsko upravljanje.....	326
12.2 Sistem za upravljanje resursima .....	331
12.3 Sistem za upravljanje SLA sporazumima.....	334
12.4 Sistem za upravljanje naplatom .....	337

**DEO III****ARHITEKTURA RAČUNARSTVA U OBLAKU ..... 341****POGLAVLJE 13**

<b>Osnovne arhitekture oblaka.....</b>	<b>343</b>
13.1 Arhitektura raspodele radnog opterećenja.....	344
13.2 Arhitektura grupisanja resursa .....	346
13.3 Arhitektura dinamičke skalabilnosti.....	350
13.4 Arhitektura elastičnog kapaciteta resursa.....	353
13.5 Arhitektura raspodele opterećenja usluge.....	355
13.6 Arhitektura proširivanja oblaka.....	358
13.7 Arhitektura elastičnog dodeljivanja diska.....	359
13.8 Arhitektura redundantnog skladištenja.....	363
13.9 Arhitektura sa više oblaka .....	365

**POGLAVLJE 14**

<b>Napredne arhitekture oblaka.....</b>	<b>371</b>
14.1 Arhitektura klasterovanja hipervizora .....	373
14.2 Arhitektura klasterovanja virtuelnih servera.....	379
14.3 Arhitektura instanci virtuelnih servera sa ravnomernim opterećenjem.....	380
14.4 Arhitektura nesmetanog premeštanja usluga .....	383
14.5 Arhitektura neprekidnog rada.....	388
14.6 Arhitektura raspodele opterećenja oblaka .....	389
14.7 Arhitektura otpornog oporavka od katastrofe.....	391
14.8 Arhitektura suvereniteta raspoređenih podataka.....	393
14.9 Arhitektura rezervacije resursa .....	395
14.10 Arhitektura za dinamičko otkrivanje kvarova i oporavak.....	399
14.11 Arhitektura brzog isporučivanja resursa .....	402
14.12 Arhitektura upravljanja radnim opterećenjem skladišta .....	406
14.13 Arhitektura virtuelnog privatnog oblaka .....	411
14.14 Primer iz studije slučaja .....	413

**POGLAVLJE 15****Specijalizovane arhitekture oblaka ..... 415**

15.1 Arhitektura direktnog pristupa ulazu/izlazu .....	417
15.2 Arhitektura direktnog pristupa broju logičke jedinice.....	419
15.3 Arhitektura dinamičke normalizacije podataka.....	421
15.4 Arhitektura elastičnog kapaciteta mreže .....	423
15.5 Arhitektura vertikalne kategorizacije na više uređaja za skladištenje .....	424
15.6 Arhitektura vertikalne kategorizacije podataka unutar uređaja za skladištenje.....	429
15.7 Arhitektura raspodele virtuelnih prekidača.....	432
15.8 Arhitektura pristupa resursima različitim putanjama .....	434
15.9 Arhitektura trajne konfiguracije virtuelne mreže.....	436
15.10 Arhitektura sa redundantnom fizičkom vezom za virtuelne servere.....	439
15.11 Arhitektura prozora za održavanje skladišta .....	441
15.12 Arhitektura računarstva na ivici.....	449
15.13 Arhitektura računarstva u magli.....	450
15.14 Arhitektura virtuelne apstrakcije podataka .....	452
15.15 Arhitektura metaoblaka .....	453
15.16 Arhitektura aplikacije u federaciji oblaka.....	454

**DEO IV****RAD SA OBLACIMA..... 457****POGLAVLJE 16****Razmatranja o modelima isporuke oblaka ..... 459**

16.1 Modeli dostave oblaka: perspektiva pružaoca usluga.....	460
Uspostavljanje IaaS okruženja.....	460
<i>Centri podataka</i> .....	461
<i>Skalabilnost i pouzdanost</i> .....	463
<i>Praćenje</i> .....	463
<i>Bezbednost</i> .....	464
Opremanje PaaS okruženja .....	464
<i>Skalabilnost i pouzdanost</i> .....	465
<i>Praćenje</i> .....	467
<i>Bezbednost</i> .....	467
Optimizacija SaaS okruženja.....	467
<i>Bezbednost</i> .....	470
16.2 Modeli isporuke oblaka: perspektiva korisnika usluga.....	471
Rad sa IaaS okruženjima .....	471
<i>Analiza dodele IT resursa</i> .....	472
Rad sa PaaS okruženjima.....	473

<i>Analiza dodele IT resursa</i> .....	474
Rad sa SaaS uslugama .....	475
16.3 Primer iz studije slučaja.....	476

## POGLAVLJE 17

### **Metrike troškova i modeli cenovnika** ..... **479**

17.1 Metrike poslovnih troškova.....	480
Početni i tekući troškovi .....	480
Dodatni troškovi.....	481
Pregledač kataloga proizvoda.....	482
<i>Lokalni početni troškovi</i> .....	482
<i>Lokalni tekući troškovi</i> .....	483
<i>Početni troškovi okruženja zasnovanog na oblaku</i> .....	483
<i>Tekući troškovi okruženja zasnovanog na oblaku</i> .....	483
17.2 Metrike troškova upotrebe oblaka .....	485
Upotreba mreže.....	485
<i>Metrika za dolaznu upotrebu mreže</i> .....	485
<i>Metrika za odlaznu upotrebu mreže</i> .....	486
<i>Metrika upotrebe WAN mreže unutar oblaka</i> .....	486
Upotreba servera .....	487
<i>Metrika dodele instanci virtuelnih mašina na zahtev</i> .....	487
<i>Metrika dodele rezervisanih instanci virtuelnih mašina</i> .....	487
Upotreba uređaja za skladištenje u oblaku .....	488
<i>Metrika dodele skladišnog prostora na zahtev</i> .....	488
<i>Metrika prenetih ulazno/izlaznih podataka</i> .....	488
Upotreba usluge u oblaku .....	488
<i>Metrika trajanja pretplate na aplikaciju</i> .....	488
<i>Metrika broja registrovanih korisnika</i> .....	489
<i>Metrika broja transakcija korisnika</i> .....	489
17.3 Analiza upravljanja troškovima.....	489
Modeli cena.....	491
Upravljanje troškovima okruženja u više oblaka .....	493
Dodatna razmatranja.....	495
Isporučivanje instanci virtuelnih servera na zahtev .....	497
Isporučivanje rezervisanih instanci virtuelnih servera .....	499
Uređaj za skladištenje u oblaku .....	501
WAN saobraćaj.....	501

## POGLAVLJE 18

### **Metrike kvaliteta usluga i SLA sporazumi** ..... **503**

18.1 Metrike kvaliteta usluga.....	504
------------------------------------	-----

Metrike dostupnosti usluge .....	505
<i>Metrika stope dostupnosti</i> .....	505
<i>Metrika trajanja prekida</i> .....	506
Metrike pouzdanosti usluge .....	507
<i>Metrika srednjeg vremena između kvarova (MTBF)</i> .....	507
<i>Metrika stope pouzdanosti</i> .....	507
Metrike performansi usluge .....	507
<i>Metrika kapaciteta mreže</i> .....	508
<i>Metrika kapaciteta uređaja za skladištenje</i> .....	508
<i>Metrika kapaciteta servera</i> .....	508
<i>Metrika kapaciteta veb aplikacije</i> .....	508
<i>Metrika vremena pokretanja instance</i> .....	509
<i>Metrika vremena odziva</i> .....	509
<i>Metrika vremena završetka</i> .....	509
Metrike skalabilnosti usluga .....	509
<i>Metrika horizontalne skalabilnosti skladišta</i> .....	510
<i>Metrika horizontalne skalabilnosti servera</i> .....	510
<i>Metrika vertikalne skalabilnosti servera</i> .....	510
Metrike otpornosti usluga .....	511
<i>Metrika prosečnog vremena do prebacivanja na rezervni sistem (MTSO)</i> .....	511
<i>Metrika prosečnog vremena do oporavka sistema (MTSR)</i> .....	512
18.2 Primer iz studije slučaja .....	512
18.3 Smernice za SLA sporazume .....	513
18.4 Primer iz studije slučaja .....	516
Raspon i važenje .....	516
Garancije kvaliteta usluge .....	516
Definicije .....	517
Upotreba finansijskih kredita .....	517
Izuzeci iz SLA sporazuma .....	518

## DEO V

<b>Dodaci</b> .....	<b>519</b>
---------------------	------------

## DODATAK A

<b>Zaključci iz studija slučaja</b> .....	<b>521</b>
A.1 ATN .....	522
A.2 DTGOV .....	522
A.3 Innovartus .....	524

## DODATAK B

<b>Uobičajene tehnologije kontejnerizacije</b> .....	<b>527</b>
--	------------



B.1 Docker .....	528
Docker server.....	528
Docker klijent.....	529
Docker registar.....	530
Docker objekti.....	532
Docker roj (orkestrator kontejnera).....	533
B.2 Kubernetes.....	534
Kubernetes čvor (domaćin).....	534
Kubernetes ljuska.....	535
Kubelet.....	536
Kube-Proxy.....	536
Izvršno okruženje za kontejnere.....	537
Klaster.....	538
Kubernetes kontrolna ravan .....	539

<b>INDEKS .....</b>	<b>543</b>
---------------------	------------

# O autorima



## Tomas Erl

Tomas Erl je priznati autor u oblasti informacionih tehnologija i urednik serije izdanja *Pearson Digital Enterprise*. Autor je i koautor 15 knjiga izdavača Pearson Education i Prentice Hall, koje se bave savremenim poslovnim tehnologijama i praksom. Tomasa možete da pratite na njegovom YouTube kanalu ([youtube.com/@terl](https://youtube.com/@terl)). Takođe, on je domaćin podcast serije *Real Digital Transformation*, koja je dostupna na platformama Spotify, Apple, Google Podcasts, ali i na većini drugih platformi, kao i autor nedeljnog biltena na platformi LinkedIn, pod nazivom *The Digital Enterprise*. Više od 100 članaka

i intervjuja koje je Tomas napisao objavljeno je u raznim publikacijama, uključujući *CEO World*, *The Wall Street Journal*, *Forbes* i *CIO Magazine*. Tomas je učestvovao kao predavač po pozivu na konferencijama i događajima u preko 20 zemalja.

Na veb sajtu Arcitura Education ([www.arcitura.com](http://www.arcitura.com)), Tomas rukovodi razvojem nastavnih planova i programa za međunarodno priznate, neutralne programe obuke i akreditacije. Portfolio kompanije Arcitura trenutno obuhvata više od 100 kurseva, više od 100 Pearson VUE ispita i više od 40 sertifikacionih programa, koji pokrivaju oblasti kao što su Arhitektura računarstva u oblaku, Bezbednost i upravljanje, Digitalna transformacija, Automatizacija robotskih procesa (RPA), DevOps, Blokčejn, IoT, Kontejnerizacija, Mašinsko učenje, Veštačka inteligencija (AI), Računarska bezbednost, Arhitektura usmerena ka uslugama (SOA) i Analiza velikih skupova podataka. Tomas je, takođe, osnivač i glavni savetnik kompanije Transformative Digital Solutions ([www.transformative.digital](http://www.transformative.digital)) i nezavisni LinkedIn instruktor i autor kurseva za učenje na daljinu.

[www.thomaserl.com](http://www.thomaserl.com)



### **Erik Barselo Monroj**

Erik Barselo Monroj je stručnjak u informacionim tehnologijama sa obimnim iskustvom u strateškom planiranju u oblasti informacionih tehnologija, reorganizaciji operativnih i administrativnih procesa, upravljanju projektima implementacije sistema, kao i u IT operacijama. Ostvario je značajne uspehe u implementaciji sistema koji nadmašuju očekivanja korisnika, smanjuju troškove i poboljšavaju vreme odziva. Obavljao je različite visoke funkcije u privatnom i javnom sektoru, uključujući funkciju Direkto-

ra za informacione tehnologije u kompaniji Farmacéuticos MAYPO, distributeru farmaceutskih proizvoda; funkciju Potpredsednika za telekomunikacije i tehnološke operacije u internet agenciji za avanturistička putovanja iExplore; kao i funkciju Direktora za informacione tehnologije i telekomunikacije u Ministarstvu obrazovanja u Tabasku u Meksiku, gde je bio odgovoran za implementaciju telekomunikacionih mreža između škola i razvoj i sprovođenje programa obuke za računarsku pismenost nastavnika.

Osim toga, on je partner i tehnički direktor za konsultacije u kompaniji EGN, specijalizovanoj za savetovanje i obuku u oblasti tehnologija oblaka, gde pruža IT konsultantske usluge na teme kao što su Veliki skupovi podataka, Računarstvo u oblaku, Virtuelizacija, Napredne mrežne tehnologije i Strateško upravljanje informacionim tehnologijama. Erik je sertifikovan profesionalac za tehnologiju računarstva u oblaku, specijalista za virtuelizaciju u oblaku i arhitekta oblaka, pored ostalih kvalifikacija. On je, takođe, sertifikovan VMware profesionalac, sertifikovan sistemski administrator i inženjer operativnog sistema Red Hat, kao i sertifikovan arhitekta rešenja za Amazon Web Services.

# Predgovor

**Dejvid S. Lintikam**

*Napokon, priručnik za računarstvo u oblaku.*

Većina preduzeća nije pravilno pristupila računarstvu u oblaku. Nisu to bile greške koje vode u bankrot, ali većina je završila sa nedovoljno optimizovanim sistemima koji nisu ispunjavali očekivanja.

Šta se zapravo dogodilo? Mnogi krive preterano hvaljenu tehnologiju, „pranje oblakom” i prebrz prelaz na platforme zasnovane na oblaku. Iskreno, problem je bio, i ostao, nedostatak kvalifikovanih dizajnera i konstruktora rešenja za računarstvo u oblaku. Čak su i prodavci oblaka u početku bili nedovoljno stručni da adekvatno savetuju svoje klijente.

Teško je steći iskustvo i kvalifikacije u radu sa složenom, novom tehnologijom koja zahteva posebno prilagođavanje za svaku specifičnu primenu. Posebnu prepreku predstavlja to što su „pioniri” u oblasti računarstva u oblaku veoma traženi i često nemaju dovoljno vremena da prenesu svoje znanje i veštine drugima.

Predugo smo radili pod pretpostavkom da kad nešto funkcioniše, to znači da je i optimizovano. Neoptimizovani rezultati u primeni tehnologije računarstva u oblaku dovode do rešenja koja vremenom negativno utiču na vrednost poslovanja. Ako nastavite da ponavljate iste greške, uskoro ćete se suočiti sa negativnom vrednošću upotrebe računarstva u oblaku.

Već u 2008. i 2009. godini, kada je računarstvo u oblaku počelo da dobija značajnu pažnju na dinamičnom tržištu tehnologija, često su se mogla čuti obećanja o desetostrukom povratu investicije u oblak. Ipak, za razliku od očekivanja da će na svaki uloženi dolar zaraditi deset, većina preduzeća je u stvarnosti ostvarivala povrat od oko 50 centi po uloženom dolaru.

Razmislite o problemu na sledeći način: cena leta iz Los Anđelesa u Njujork ekonomskom klasom niskobudžetne avio-kompanije je otprilike 1% cene leta privatnim avionom. Oba leta vas vode od tačke A do tačke B, ali su oblaci mnogih preduzeća ekvivalentni čarter letovima. Slično troškovima letenja, u svetu računarstva u oblaku postoje brojne opcije koje nude dobar balans efikasnosti i troškova.

Za postizanje ovakvog kompromisa neophodno je detaljno razumeti aspekte obrade podataka, bezbednosti, upravljanja i ponašanja koje aplikacija treba da ima. Sve ovo zahteva pažljivo konfigurisanu arhitekturu računarstva u oblaku i primenu odgovarajućih tehnoloških rešenja koja doprinose stvaranju potpuno optimizovanog sistema.

## **Priručnik koji nedostaje**

Suočeni smo sa izazovom obrazovanja, a ne same tehnologije. U svojim prvim pokušajima implementacije računarstva u oblaku, većina preduzeća je pribegavala improvizaciji, oslanjajući se na poznavanje tradicionalnih tehnoloških platformi. Postoji mnogo prevelikih očekivanja i pretpostavki o mogućnostima koje pruža nova tehnologija računarstva u oblaku.

Nijedan izvor, sam po sebi, ne pruža potpunu sliku o tome šta je „oblak” i šta on omogućava. Ova knjiga se izdvaja kao izvor praktičnog znanja, pruža temeljno razumevanje tehnologije oblaka i načina na koji se ta tehnologija može efikasno primeniti za rešavanje većine poslovnih izazova, pomoću standardnih i naprednih koncepata arhitekture oblaka. Preciznije, ova knjiga vam pruža znanje potrebno da otkrijete prvobitno obećanu vrednost računarstva u oblaku.

Poput svih kvalitetnih priručnika, ova knjiga pokriva osnovne elemente za brz ulazak u materiju, kao i korisne savete za efikasno korišćenje mogućnosti oblaka. Erl zatim razmatra napredne teme koje se mogu shvatiti samo kroz praktično iskustvo. Osnovno znanje je dovoljno da prođete intervju za posao u oblasti računarstva u oblaku. Ipak, Erlova analiza naprednih tema ide dalje od onoga što većina stručnjaka u domenu arhitekture oblaka trenutno uzima u obzir.

Najvažnije je to što Erl ne stavlja akcenat na specifične tehnološke brendove, jer zna da će se te tehnologije brzo razvijati. Kvalitetna rešenja se razvijaju iz koncepta. Nažalost, često pogrešno interpretiramo šta bi ta rešenja trebalo da postignu ili kakva bi trebalo da budu, te prerano uvodimo brendiranu tehnologiju u proces. Ovo je naročito izraženo prilikom dizajniranja i izgradnje rešenja za računarstvo u oblaku. Erl izostavlja brendove iz diskusije, pa su koncepti u ovoj knjizi mnogo korisniji i primenljiviji na različite tehnologije i uzimaju u obzir razvoj tih tehnologija.

Pristupom pravog učitelja, Erl postojeće znanje pretvara u korisno uobličavanje tog znanja. Uz ovu knjigu ćete naučiti osnovne i napredne koncepte računarstva u oblaku, uključujući dizajn i arhitekturu, prezentovane na strukturiran i logičan način, gde se svaki koncept nadovezuje na prethodni. Informacije izložene u knjizi biće jasne i razumljive, kako za one koji su tek zakoračili u svet računarstva u oblaku, tako i za one sa više iskustva u ovoj oblasti. Ovaj priručnik je koristan za sve nivoe i za različite potrebe, te predstavlja referencu na koju ćete se često oslanjati na svom razvojnom putu u računarstvu u oblaku, da biste bili sigurni u ispravnost svojih postupaka.



---

## **Konačno, prava vrednost računarstva u oblaku**

Pretpostavljam da mnogi od vas ovo čitaju jer računarstvo u oblaku nije opravdalo vaša očekivanja i zanima vas kako to da ispravite. Zahvaljujući dobro strukturiranom i sveobuhvatnom sadržaju, ovo je jedini priručnik koji vam je potreban da naučite da pravilno koristite računarstvo u oblaku. Rezultat primene ideja predstavljenih u ovoj knjizi biće optimizovana rešenja koja daju maksimum koji računarstvo u oblaku donosi poslovanju.

Ova knjiga opisuje proces donošenja pravilnih odluka, shvatanje razloga koji stoje iza tih odluka i odabir najpogodnijih opcija za unapređenje poslovanja. Ako postoji uputstvo za korisnike računarstva u oblaku, koje obuhvata i napredne i osnovne koncepte, onda je to ova knjiga.

Ova knjiga će vam omogućiti da bolje razumete pravilnu upotrebu različitih tehnologija i njihovu efikasnost u rešavanju problema s kojima se suočavate. U stvari, ona će vam pomoći da izbegnete mnoge zamke zbog kojih biste izgubili vreme ili, češće, doneli neadekvatne odluke.

*Srećno sa računarstvom.*

Dejvid S. Lintikam

Autor, govornik, edukator i konsultant



# Zahvalnosti

Želimo da izrazimo zahvalnost koautorima prvog izdanja ove knjige:

- Prof. Zaigham Mahmood, Derbi, Velika Britanija
- Ricardo Puttini, doktor nauka, Core Consulting

Zahvalnost za drugo izdanje, abecednim redom, po prezimenima:

- Gustavo Azzolin
- Jorge Blanco, Direktor menadžmenta, korporativne transformacije i obrazovanja, Glumin
- Emmett Dulaney, univerzitetskom profesoru i autoru
- Valther Galván, Menadžer informacione bezbednosti
- David Linthicum, Deloitte Consulting
- Vinícius Pacheco, Državni univerzitet u Braziliji, Brazil
- Jo Peterson, VP Cloud and Security, Clarify360
- Pamela J. Wise-Martinez, globalna glavna arhitektinja, Whirlpool Corporation
- Matthias Ziegler

Zahvalnost za prvo izdanje, abecednim redom, po prezimenima (afilacije su bile aktuelne u vreme izdavanja, ali je moguće da je došlo do promena):

- Ahmed Aamer, AlFaisaliah Group
- Randy Adkins, Modus21
- Melanie Allison, Integrated Consulting Services

- Gabriela Inacio Alves, Državni univerzitet u Braziliji
- Marcelo Ancelmo, IBM Rational Software Services
- Kapil Bakshi, Cisco Systems
- Toufic Boubez, Metafor Software
- Antonio Bruno, UBS AG
- Dr. Paul Buhler, Modus21
- Pethuru Raj Cheliah, Wipro
- Kevin Davis, doktor nauka.
- Suzanne D'Souza, KBACE Technologies
- Yili Gong, Univerzitet u Vuhanu
- Alexander Gromoff, Center of Information Control Technologies
- Chris Haddad, WSO2
- Richard Hill, Univerzitet u Derbiju
- Dr. Michaela Iorga, doktorka nauka.
- Johan Kumps, RealDolmen
- Gijs in 't Veld, Motion10
- Masykur Marhendra, Consulting Workforce Accenture
- Damian Maschek, Deutsche Bahn
- Claynor Mazzarolo, IBTI
- Charlie Mead, W3C
- Steve Millidge, C2B2
- Jorge Minguez, Thales Deutschland
- Scott Morrison, Layer 7
- Amin Naserpour, HP
- Vicente Navarro, Evropska svemirska agencija
- Laura Olson, IBM WebSphere
- Tony Pallas, Intel
- Cesare Pautasso, Univerzitet u Luganu
- Sergey Popov, Liberty Global International

- Olivier Poupenev, Dreamface Interactive
- Alex Rankov, EMC
- Dan Rosanova, West Monroe Partners
- Jaime Ryan, Layer 7
- Filippas Santas, Credit Suisse
- Christoph Schittko, Microsoft
- Guido Schmutz, Trivadis
- Mark Skilton, Capgemini
- Gary Smith, CloudComputingArchitect.com
- Kevin Spiess
- Vijay Srinivasan, Cognizant
- Daniel Starcevich, Raytheon
- Roger Stoffers, HP
- Andre Toffanello, IBTI
- Andre Tost, IBM Software Group
- Bernd Trops, talend
- Clemens Utschig, Boehringer Ingelheim Pharma
- Ignaz Wanders, Archimiddle
- Philip Wik, Redflex
- Jorge Williams, Rackspace
- Dr. Johannes Maria Zaha
- Jeff Zhong, Futrend Technologies

Posebna zahvalnost istraživačkim i razvojnim timovima vebsajta Arcitura Education ([www.arcitura.com](http://www.arcitura.com)) koji su kreirali kurseve o Računarstvu u oblaku, Arhitekturi oblaka, Arhitekturi kontejnerizacije, Bezbednosti oblaka i Računarskoj bezbednosti, koji su osnova ove knjige.



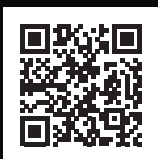
Svim knjigama koje su prevedene na srpski jezik možete da pristupite preko linka:  
<https://knjige.kombib.rs/oblasti-knjiga-179-1>

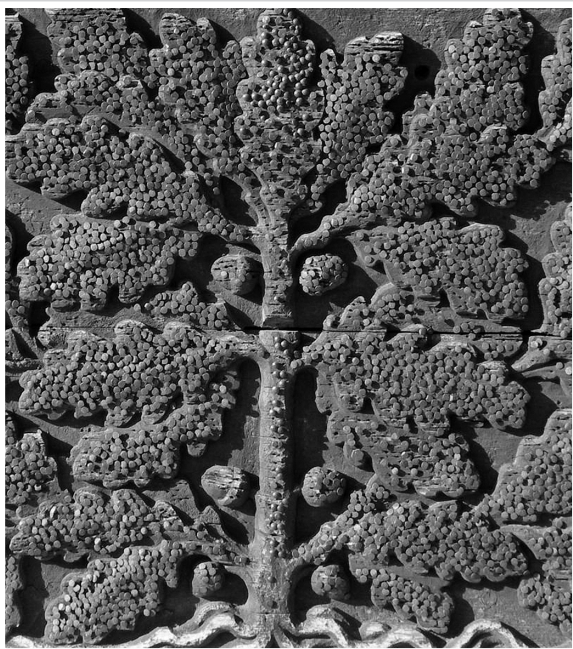
## Postanite član Komputer biblioteke

Kupovinom jedne naše knjige stekli ste pravo da postanete član Komputer biblioteke. Kao član možete da kupujete knjige u pretplati sa 40% popustai učestvujete u akcijama kada ostvarujete popuste na sva naša izdanja. Potrebno je samo da se prijavite preko formulara na našem sajtu.

Link za prijavu: <http://bit.ly/2TxeSa>

Skenirajte QR kod  
registrujte knjigu  
i osvojite nagradu





## POGLAVLJE

# 1

## Uvod

1.1 Ciljevi ove knjige

1.2 Šta ova knjiga ne pokriva

1.3 Kome je namenjena ova knjiga

1.4 Kako je ova knjiga organizovana

1.5 Resursi

Računarstvo u oblaku je, u suštini, način pružanja usluga. Kao i kod bilo kog tipa usluga koje pružamo ili primamo (bilo da su u pitanju IT ili neke druge usluge), opšte je poznato da ćemo se suočiti sa tržištem koje se sastoji od pružalaca usluga različitog kvaliteta i pouzdanosti. Neki od njih nude privlačne cene i uslove, ali nemaju dokazanu poslovnu istoriju ili visoko specijalizovano okruženje. Drugi imaju solidno poslovno iskustvo, ali uz više cene i manje fleksibilne uslove. Ima i onih, jednostavno, neiskrenih ili privremenih poslovnih poduhvata koji neočekivano nestaju ili odlaze u stečaj.

Prelazak na računarstvo u oblaku bez adekvatnog znanja predstavlja najznačajniji rizik za bilo koje poslovanje. Neuspela implementacija ne utiče samo na IT sektor, već može da prouzrokuje povlačenje celokupnog poslovanja na niži nivo, u odnosu na stanje pre implementacije - čak i zaostajanje za konkurentima koji su u istom periodu uspešno realizovali svoje ciljeve.

Računarstvo u oblaku pruža brojne mogućnosti, ali njegov razvojni put obiluje izazovima, neodređenostima i netačnim informacijama. Ključ uspeha leži u pažljivom planiranju svake faze projekta, uz donošenje informisanih odluka o načinu i obimu implementacije. Važno je da obim usvajanja i pristup projektu budu usklađeni s poslovnim potrebama, a ne da budu diktirani od strane proizvođača opreme, pružalaca usluga ili samoproglašanih eksperata za računarstvo u oblaku. Poslovni ciljevi vaše organizacije moraju biti ostvareni na jasan i merljiv način u svakoj etapi implementacije. Ovo potvrđuje adekvatnost izabranog obima, pristupa i generalnog pravca projekta, što garantuje da se projekat odvija u pravom smeru.

Usvajanje objektivnog uvida u računarstvo u oblaku iz industrijske perspektive omogućava vam da jasno razgraničite aspekte koji su direktno povezani s računarstvom u oblaku od onih koji to nisu, kao i da identifikujete elemente koji su bitni za vaše poslovne potrebe u odnosu na one koji nisu. Opremljeni ovakvim znanjem, moći ćete da formirate kriterijume koji će vam pomoći da odbacite nevažne segmente tržišta proizvoda i pružalaca usluga računarstva u oblaku i da se koncentrišete isključivo na ono što će imati najveći uticaj na uspeh vašeg poslovanja. Ovu knjigu smo napisali tako da vam pruži podršku u ostvarivanju tog cilja.



## 1.1 Ciljevi ove knjige

Ova knjiga je rezultat opsežnih istraživanja i analiza komercijalne industrije računarstva u oblaku, platformi pružalaca usluga računarstva u oblaku, kao i daljih inovacija i doprinosa koje su napravile organizacije za standardizaciju u industriji računarstva u oblaku i stručnjaci u ovoj oblasti. Svrha ove knjige je da se dokazane i usavršene tehnologije i prakse računarstva u oblaku razlože na seriju dobro definisanih koncepata, modela, tehnoloških mehanizama i arhitektura. Rezultat toga su poglavlja koja uspostavljaju konkretno, akademsko pokriće osnovnih aspekata koncepata i tehnologija računarstva u oblaku. Spektar pokrivenih tema dokumentovan je pomoću termina i opisa neutralnih prema pružaocu usluga, pažljivo definisanih da bi se garantovala potpuna usklađenost sa celokupnom industrijom računarstva u oblaku.

## 1.2 Šta ova knjiga ne pokriva

S obzirom na nepristrasan pristup prema pružaocima usluga koji je usvojen u ovoj knjizi, ona ne obuhvata detaljnu analizu proizvoda, usluga ili tehnologija pružalaca usluga računarstva u oblaku. Ova knjiga služi kao dopuna drugim izvorima koji su fokusirani na specifične proizvode, kao i samim publikacijama pružalaca usluga. Ako tek ulazite u svet komercijalnog računarstva u oblaku, preporučujemo da počnete od ove knjige, kao osnove, pre nego što pređete na literaturu i kurseve koji su direktno vezani za proizvodne linije određenih pružalaca usluga.

## 1.3 Kome je namenjena ova knjiga

Ova knjiga je prilagođena sledećoj specijalizovanoj publici:

- IT stručnjacima i profesionalcima koji traže objektivan prikaz tehnologija, koncepata, mehanizama i modela računarstva u oblaku
- IT menadžerima i rukovodiocima koji žele jasan uvid u poslovne i tehnološke aspekte računarstva u oblaku
- Profesorima, studentima i obrazovnim ustanovama kojima su potrebni temeljito istraženi i precizno definisani akademski materijali o osnovnim temama računarstva u oblaku
- Poslovnim menadžerima koji treba da procene ekonomske prednosti i praktičnost primene resursa računarstva u oblaku
- Arhitektama i programerima u oblasti tehnologije koji žele da steknu razumevanje različitih aspekata koji čine moderne platforme računarstva u oblaku

## 1.4 Kako je ova knjiga organizovana

Poglavlja 1 i 2 sadrže uvodne informacije i osnovne podatke za studije slučaja. Sva ostala poglavlja su organizovana u sledeće celine:

- Prvi deo: Osnovni principi računarstva u oblaku
- Drugi deo: Mehanizmi računarstva u oblaku
- Treći deo: Arhitektura računarstva u oblaku
- Četvrti deo: Praktična primena računarstva u oblaku
- Peti deo: Dodatni materijali

### **Prvi deo: Osnovni principi računarstva u oblaku**

Ovaj deo obuhvata pet poglavlja sa uvodnim temama, te služi kao osnova za sva kasnija poglavlja. Važno je napomenuti da poglavlja 3 i 4 ne uključuju sadržaj vezan za studije slučaja.

#### *Poglavlje 3: Upoznavanje računarstva u oblaku*

Poglavlje počinje kratkim pregledom istorije računarstva u oblaku, razmatra poslovne pokretače i tehnološke inovacije. Predstavljani su osnovni pojmovi i koncepti, kao i opisi tipičnih prednosti i izazova prilikom prelaska na računarstvo u oblaku.

#### *Poglavlje 4: Osnovni koncepti i modeli računarstva u oblaku*

Ovde su detaljno analizirani modeli dostave i implementacije oblaka, kao i zajedničke karakteristike oblaka, uz definisane uloge i ograničenja računarstva u oblaku.

#### *Poglavlje 5: Tehnologija koja omogućava implementaciju oblaka*

Pogled na savremene tehnologije koje su ključne za realizaciju modernih platformi računarstva u oblaku, uključujući centre podataka, virtuelizaciju, kontejnerizaciju i veb-tehnologije.

#### *Poglavlje 6: Koncept kontejnerizacije*

Ovo poglavlje pruža uporednu analizu virtuelizacije i kontejnerizacije, sa detaljnim osvrtom na okruženja i komponente kontejnerizacije.

## *Poglavlje 7: Bezbednost računarstva u oblaku i računarska bezbednost*

Predstavljene su teme i koncepti vezani za bezbednost računarstva u oblaku i računarsku bezbednost, koji su posebno važni za ovu oblast, uključujući i opise uobičajenih bezbednosnih pretnji u oblaku, kao i vrsta napada.

### **Drugi deo: Mehanizmi u računarstvu u oblaku**

Tehnološki mehanizmi su precizno definisani IT elementi koji su ustaljeni u IT industriji, obično sa specifičnim odlikama za određene računarske modele ili platforme. Specifična tehnološka orijentacija računarstva u oblaku zahteva formiranje formalnih mehanizama koji omogućavaju istraživanje načina na koji rešenja mogu biti konstruisana kroz različite implementacije ovih mehanizama.

U ovom delu knjige formalno je dokumentovano 48 tehnoloških mehanizama upotrebljenih u okviru računarstva u oblaku za realizaciju opštih i specijalizovanih funkcionalnosti. Svaki opis mehanizma prati primer iz studije slučaja koji ilustruje njegovu primenu. Upotreba izabranih mehanizama detaljnije je razmotrena u kontekstu tehnoloških arhitektura predstavljenih u trećem delu knjige.

## *Poglavlje 8: Mehanizmi infrastrukture računarstva u oblaku*

Obrađeni su osnovni tehnološki mehanizmi neophodni za platforme računarstva u oblaku, uključujući granice logičke mreže, virtuelne servere, uređaje za skladištenje u oblaku, monitore korišćenja oblaka, replikaciju resursa, hipervizore, gotova okruženja i kontejnere.

## *Poglavlje 9: Specijalizovani mehanizmi računarstva u oblaku*

Predstavljen je niz posebnih tehnoloških mehanizama, poput automatski skalirajućih slušalaca, balansera opterećenja, monitora SLA sporazuma, monitora plaćanja po upotrebi, monitora revizije, sistema za automatsko prebacivanje, klastera resursa, posrednika za više uređaja i baza podataka za upravljanje stanjima.

## *Poglavlje 10: Mehanizmi računarstva u oblaku i računarske bezbednosti fokusirani na pristup*

Obuhvaćeni su mehanizmi bezbednosti vezani za pristup, koji su korisni za borbu protiv i prevenciju pretnji opisanih u poglavlju 7. To uključuje šifriranje, heširanje, digitalni potpis, bezbednosne grupe zasnovane na oblaku, infrastrukturu javnih ključeva (PKI), sisteme za jedinstveno prijavljivanje (SSO), ojačane slike virtuelnih servera, mrežne zaštitne zidove, sisteme virtuelnih privatnih mreža, biometrijske skenere, sisteme za višefaktorsku autentifikaciju (MFA), sisteme za upravljanje identitetima i pristupom (IAM), sisteme za detekciju upada

(IDS), alate za testiranje mogućnosti proboja, sisteme za analizu ponašanja korisnika (UBA), alatke za ažuriranje softvera trećih strana, monitore upada u mrežu, monitore evidencije autentifikacije i monitore za virtuelne privatne mreže.

### *Poglavlje 11: Mehanizmi bezbednosti i računarske bezbednosti računarstva u oblaku fokusirani na podatke*

Obrađeni su mehanizmi bezbednosti vezani za podatke, koji se primenjuju za borbu protiv i prevenciju određenih pretnji opisanih u poglavlju 7. To obuhvata sisteme za skeniranje virusa i dešifrovanje, sisteme za analizu zlonamernog koda, sisteme za sprečavanje gubitka podataka (DLP), modul pouzdane platforme (TPM), sisteme za pravljenje rezervnih kopija i oporavak podataka, monitore evidencije aktivnosti, monitore mrežnog saobraćaja i monitore zaštite od gubitka podataka.

### *Poglavlje 12: Mehanizmi za upravljanje računarstvom u oblaku*

Objašnjeni su mehanizmi koji omogućuju direktno upravljanje i administraciju resursima računarstva u oblaku, uključujući sisteme za daljinsko upravljanje, sisteme za upravljanje resursima, sisteme za upravljanje SLA sporazumima i sisteme za upravljanje naplatom.

## **Treći deo: Arhitektura računarstva u oblaku**

U domenu računarstva u oblaku, tehnološka arhitektura uvodi specifične zahteve i razmatranja koja se ogledaju u široko postavljenim arhitektonskim slojevima i raznovrsnim arhitektonskim modelima.

Ovaj niz poglavlja nadovezuje se na sadržaj o mehanizmima računarstva u oblaku iz drugog dela, formalnim dokumentovanjem 38 tehnoloških arhitektura zasnovanih na oblaku i scenarije u kojima se različite kombinacije tih mehanizama primenjuju u kontekstu osnovnih, naprednih i specijalizovanih arhitektura oblaka.

### *Poglavlje 13: Osnovni modeli arhitekture oblaka*

Osnovni modeli arhitekture oblaka definišu osnovne funkcije i mogućnosti. Arhitekture obuhvaćene u ovom poglavlju obuhvataju Distribuciju radnog opterećenja, Grupisanje resursa, Dinamičku skalabilnost, Elastičnost kapaciteta resursa, Balansiranje opterećenja servisa, Razbijanje oblaka, Elastično dodeljivanje diska, Redundantno skladištenje i Sistem više oblaka.

### *Poglavlje 14: Napredni modeli arhitekture oblaka*

Napredni modeli arhitekture u oblaku postavljaju složena i kompleksna okruženja, od kojih se mnoga nadovezuju na osnovne modele. Arhitekture razmatrane

u ovom poglavlju su Klasterovanje hipervizora, Klasterovanje virtuelnih servera, Balansiranje opterećenja na instancama virtuelnih servera, Nesmetano premeštanje servisa, Održavanje sistema bez prekida, Balansiranje između oblaka, Otporan oporavak od katastrofe, Distribucija suvereniteta podataka, Rezervacija resursa, Dinamičko otkrivanje i oporavak od kvarova, Brzo pružanje usluga, Upravljanje opterećenjem skladišta i Virtuelni privatni oblak.

### *Poglavlje 15: Specijalizovani modeli arhitekture oblaka*

Specijalizovani modeli arhitekture oblaka se odnose na specifične funkcionalne oblasti. Arhitekture predstavljene u ovom poglavlju su Direktan ulazno/izlazni pristup, Direktan pristup logičkim brojevima jedinica, Dinamička normalizacija podataka, Elastični kapacitet mreže, Vertikalno kategorizovanje unutar i među uređajima za skladištenje, Balansirani virtuelni prekidači, Višestruki pristup resursima, Trajna konfiguracija virtuelne mreže, Redundantna fizička veza za virtuelne servere, Prozor za održavanje skladišta, Računarstvo na rubu oblaka, Računarstvo u magli, Virtuelna apstrakcija podataka, Metaoblak i Aplikacija u federaciji oblaka.

## **Četvrti deo: Praktična primena računarstva u oblaku**

Tehnologije i okruženja računarstva u oblaku mogu biti primenjene u različitim obimima. Organizacija može da prebaci određene IT resurse u oblak, a da ostale IT resurse zadrži lokalno, ili može da razvije značajnu zavisnost od platforme u oblaku migracijom značajne količine IT resursa ili da čak koristi oblak za njihovo kreiranje.

Za svaku organizaciju je bitno da proceni potencijalno usvajanje oblaka, iz praktične i poslovno orijentisane perspektive, da identifikuje ključne faktore koji se odnose na finansijska ulaganja, poslovni uticaj i razne pravne aspekte. Ovaj niz poglavlja bavi se ovim i drugim temama koje su relevantne za realna razmatranja pri radu u okruženjima baziranim na oblaku.

### *Poglavlje 16: Razmatranja modela dostave usluga u oblaku*

Okruženja u oblaku treba da razvijaju pružaoci usluga u skladu sa zahtevima korisnika oblaka. Korisnici oblaka mogu da koriste oblak za kreiranje ili migraciju IT resursa, čime preuzimaju administrativne dužnosti. Ovo poglavlje pruža tehničko objašnjenje modela isporuke usluga u oblaku iz obe perspektive, i pružalaca i korisnika usluga, što daje uvid u unutrašnji rad i arhitektonske slojeve okruženja u oblaku.

### *Poglavlje 17: Metrike troškova i modeli cena*

Metrike troškova za mrežne, serverske, skladišne resurse i korišćenje softvera opisane su, kao i različite formule za izračunavanje troškova integracije i vlasništva

povezanih sa okruženjima u oblaku. Poglavlje se završava diskusijom na temu upravljanja troškovima u skladu sa uobičajenim poslovnim terminima koje koriste pružaoci usluga u oblaku.

### *Poglavlje 18: Metrike kvaliteta usluga i Sporazumi o nivou usluga (SLAs)*

Sporazumi o nivou usluga (SLAs) definišu garancije i uslove korišćenja usluga u oblaku i obično su bazirani na poslovnim dogovorima između korisnika i pružalaca usluga u oblaku. Ovo poglavlje detaljno objašnjava kako se garancije pružalaca usluga u oblaku izražavaju i strukturiraju kroz SLA, uključujući metrike i formule za izračunavanje uobičajenih SLA vrednosti, kao što su dostupnost, pouzdanost, performanse, skalabilnost i otpornost.

## **Peti deo: Dodatni materijali**

### *Dodatak A: Zaključci studija slučaja*

Završne reči iz pojedinačnih studija slučaja su sažete, uz sumiranje rezultata koje su postigle različite organizacije u procesu usvajanja računarstva u oblaku.

### *Dodatak B: Uobičajene tehnologije za kontejnerizaciju*

Ovaj dodatak služi kao proširenje poglavlja 6, te pruža detaljan prikaz okruženja Docker i Kubernetes i njihovu povezanost sa terminima i komponentama definisanim u poglavlju 6.

## **1.5 Resursi**

Ovi odeljci nude dodatne informacije i izvore.

### **Seriya knjiga Pearson Digital Enterprise**

Informacije o knjigama serije Pearson Digital Enterprise koje je napisao Tomas Erl, kao i o raznim pratećim resursima, dostupne su na:

[www.thomaserl.com/books](http://www.thomaserl.com/books)

### **Tomas Erl na YouTube platformi**

Prijavite se na YouTube kanal Tomasa Erla, koji sadrži animirane video sadržaje sa naracijom, kao i podkaste sa industrijskim ekspertima. Ovaj YouTube kanal je posvećen digitalnim tehnologijama, digitalnom poslovanju i digitalnoj transformaciji.

Prijavite se na: [www.youtube.com/@terl](https://www.youtube.com/@terl)

---

## **Bilten *Digital Enterprise* na LinkedIn platformi**

Bilten *Digital Enterprise* na LinkedIn platformi redovno objavljuje članke i video materijale relevantne za aktuelne digitalne tehnologije i poslovne teme.

Prijavite se na: [www.linkedin.com/newsletters/6909573501767028736](http://www.linkedin.com/newsletters/6909573501767028736)

## **Program za profesionalne sertifikate u oblasti tehnologije u oblaku (CCP)**

Arcitura Education nudi obuku i akreditovane programe koji ne zavise od pružaoca usluga, a obuhvataju više od 100 modula kurseva i 40 sertifikata. Ovaj udžbenik je zvaničan deo nastavnog programa za profesionalne sertifikate u oblasti tehnologije u oblaku (CCP) kompanije Arcitura.

Više informacija na: [www.arcitura.com](http://www.arcitura.com)







## POGLAVLJE

# 2

## Pozadina studije slučaja

2.1 Prva studija slučaja: ATN

2.2 Druga studija slučaja: DTGOV

2.3 Treća studija slučaja: Innovartus Technologies Inc.

**P**rimeri studija slučaja su scenariji po kojima organizacije procenjuju, primenjuju i upravljaju modelima i tehnologijama računarstva u oblaku. U ovoj knjizi analizirali smo tri organizacije iz različitih industrijskih sektora, od kojih svaka sledi jedinstvene poslovne, tehnološke i arhitektonske ciljeve, koji su predstavljeni u ovom poglavlju.

Organizacije koje su izabrane za studije slučaja su:

- Advanced Telecom Networks (ATN) – globalna kompanija koja se bavi isporukom mrežne opreme telekomunikacionoj industriji
- DTGOV – javna ustanova specijalizovana za IT infrastrukturu i tehnološke usluge namenjene organizacijama javnog sektora
- Innovartus Technologies Inc. – kompanija srednje veličine koja razvija virtuelne igračke i edukativne zabavne proizvode za decu

Većina poglavlja posle prvog dela sadrži jedan ili više odeljaka sa primerima studija slučaja. Zaključci ovih priča nalaze se u dodatku A.

## **2.1 Prva studija slučaja: ATN**

ATN je kompanija koja snabdeva telekomunikacione industrije širom sveta mrežnom opremom. Tokom godina, ATN je značajno narastao i njihov asortiman proizvoda se proširio usled preuzimanja različitih kompanija, uključujući tu i one specijalizovane za infrastrukturne komponente za internet, GSM i mobilne operatere. ATN je trenutno vodeći dobavljač širokog spektra telekomunikacione infrastrukture.

Poslednjih godina je pojačan tržišni pritisak na ATN. Kompanija je počela da istražuje načine za povećanje svoje konkurentnosti i efikasnosti primenom novih tehnologija, naročito onih koje doprinose smanjenju troškova.

### **Tehnička infrastruktura i okruženje**

Različita preuzimanja koje je ATN realizovao dovela su do stvaranja veoma složenog i heterogenog IT okruženja. Nakon svake faze preuzimanja nije sproveden koherentan program integracije IT okruženja, što je rezultiralo paralelnim funkcionisanjem sličnih aplikacija i porastom troškova održavanja. Pre nekoliko

godina, ATN se spojio s jednim od vodećih evropskih dobavljača telekomunikacione opreme, čime je dodatno proširio svoj portfolio aplikacija. Ova rastuća IT kompleksnost pretvorila se u ozbiljnu prepreku i postala ključni problem za upravni odbor kompanije ATN.

## Poslovni ciljevi i nova strategija

Menadžment kompanije ATN odlučio je da sprovede inicijativu za integraciju i prebaci održavanje i operacije aplikacija u inostranstvo. To je dovelo do smanjenja troškova, ali, nažalost, nije rešilo problem opšte operativne neefikasnosti kompanije. Aplikacije su i dalje imale preklapajuće funkcije koje nije bilo lako integrisati. Ubrzo je postalo očigledno da izmeštanje aktivnosti, samo po sebi, nije dovoljno i da bi integracija bila moguća jedino promenom arhitekture celokupnog IT okruženja.

Zbog toga se ATN okrenuo ka istraživanju mogućnosti usvajanja računarstva u oblaku. Međutim, nakon početnih istraživanja, suočili su se sa preobiljem pružalaca usluga u oblaku i proizvoda zasnovanih na oblaku.

## Plan i strategija implementacije

ATN nije siguran u odabir pravog skupa tehnologija i pružalaca usluga računarstva u oblaku - mnoga rešenja još uvek deluju nedovoljno razvijeno, a nove ponude bazirane na oblaku se neprestano pojavljuju na tržištu.

Razmatra se preliminarni put ka usvajanju računarstva u oblaku, s fokusom na nekoliko ključnih aspekata:

- *IT strategija* - Implementacija računarstva u oblaku trebalo bi da doprinese optimizaciji trenutne IT strukture, da obezbedi smanjenje kratkoročnih investicija i stalno smanjenje troškova na duži rok.
- *Poslovne prednosti* - ATN bi trebalo da proceni koje trenutne aplikacije i IT infrastruktura mogu da iskoriste tehnologiju računarstva u oblaku za postizanje željene optimizacije i smanjenja troškova. Potrebno je da ostvare i dodatne prednosti računarstva u oblaku, kao što su povećana poslovna agilnost, skalabilnost i pouzdanost, da bi unapredili poslovnu vrednost.
- *Tehnološka razmatranja* - Potrebno je utvrditi kriterijume za izbor najpogodnijih modela isporuke i implementacije u oblaku, kao i za odabir pružalaca usluga i proizvoda u oblaku.

- *Bezbednost u oblaku* – Potrebno je identifikovati rizike povezane sa premeštanjem aplikacija i podataka u oblak.

ATN se boji da bi mogli da izgube kontrolu nad svojim aplikacijama i podacima ako ih prepuste pružaocima usluga u oblaku, što bi moglo da dovede do nepoštovanja unutrašnjih pravila i propisa telekomunikacionog tržišta. Postoji i pitanje kako integrisati njihove postojeće starije aplikacije u novi domen zasnovan na oblaku.

Da bi definisala konkretan plan akcije, ATN je angažovala nezavisnu IT konsultantsku kompaniju pod imenom CloudEnhance, priznatu po svojoj stručnosti u arhitekturi tehnologije, naročito u tranziciji i integraciji IT resursa računarstva u oblaku. Konsultanti kompanije CloudEnhance predložili su proces procene koji se sastoji od pet koraka:

1. Kratka evaluacija postojećih aplikacija za procenu faktora kao što su složenost, poslovna kritičnost, učestalost korišćenja i broj aktivnih korisnika. Identifikovani faktori su zatim organizovani prema prioritetima da se odrede najpogodnije aplikacije za migraciju u oblak.
2. Detaljnija evaluacija svake izabrane aplikacije pomoću specijalizovanih alata za procenjivanje.
3. Razvoj ciljane arhitekture aplikacija koja ilustruje interakciju između aplikacija zasnovanih na oblaku, njihovu integraciju sa postojećom infrastrukturom kompanije ATN i starijim sistemima, te njihove procese razvoja i implementacije.
4. Izradu preliminarne poslovne studije slučaja koji dokumentuje očekivane uštede na osnovu performansi, kao što su troškovi pripreme za oblak, rad potreban za transformaciju aplikacija i interakcije, jednostavnost migracije i implementacije, kao i različite potencijalne dugoročne pogodnosti.
5. Izradu detaljnog projektnog plana za pilot aplikaciju.

ATN nastavlja proces i kao rezultat toga razvija svoj prvi prototip, fokusiran na aplikaciju koja automatizuje poslovni segment niskog rizika. Tokom ovog projekta, ATN prenosi nekoliko manjih aplikacija iz ove poslovne oblasti, koje su radile na različitim tehnologijama, na platformu kao uslugu (PaaS). Na osnovu pozitivnih rezultata i dobijenih povratnih informacija za projekat prototipa, ATN odlučuje da pokrene stratešku inicijativu da bi postigla slične prednosti i u drugim segmentima kompanije.

## 2.2 Druga studija slučaja: DTGOV

DTGOV je javna kompanija koju je osnovalo Ministarstvo socijalnog osiguranja početkom osamdesetih godina dvadesetog veka. Decentralizacija IT operacija ministarstva u javnu kompaniju po privatnom pravu omogućila je kompaniji DTGOV autonomnu strukturu upravljanja i značajnu fleksibilnost razvoja i upravljanja IT preduzećem.

U vreme svog osnivanja, kompanija DTGOV je zapošljavala oko 1.000 ljudi, imala poslovne jedinice u 60 lokacija širom zemlje i upravljala sa dva mejnfrejmska data centra. Vremenom se kompanija DTGOV proširila na preko 3.000 zaposlenih u filijalama na više od 300 lokacija, uz tri data centra koji rade na mejnfrejmskim platformama niskog nivoa. Njihove glavne usluge obuhvataju obradu socijalnih osiguranja na nacionalnom nivou.

U poslednjih dvadeset godina, kompanija DTGOV je značajno proširila svoj portfolio klijenata. Sada pruža usluge drugim organizacijama javnog sektora, nudi osnovnu IT infrastrukturu i usluge, kao što su profesionalno skladištenje internet sajtova i kolokacija servera. Neke od njenih klijentskih organizacija prepustile su joj i operacije, održavanje i razvoj svojih aplikacija.

Kompanija DTGOV sa svojim klijentima ima obimne ugovore, koji obuhvataju različite IT resurse i usluge. Međutim, ovi ugovori, usluge i povezani nivoi usluga nisu standardizovani, već su uslovi pružanja usluga obično prilagođeni svakom klijentu posebno. Kao rezultat, operacije kompanije DTGOV postaju sve kompleksnije i teže za upravljanje, što dovodi do neefikasnosti i povećanja troškova.

Upravni odbor kompanije DTGOV je ranije uvideo da bi struktura kompanije mogla da se unapredi standardizacijom njenog portfolija usluga, što podrazumeva rekonstrukciju kako operativnih, tako i upravljačkih modela u IT sektoru. Ovaj proces je započet standardizacijom hardverske platforme kroz definisanje jasnog tehnološkog životnog ciklusa, uspostavljanje integrisane politike nabavke i nove prakse preuzimanja.

### Tehnička infrastruktura i okruženje

DTGOV ima tri data centra: jedan je specifično namenjen serverima platformi niskog nivoa, a preostala dva sadrže i mejnfrejmske i platforme niskog nivoa. Mejnfrejmski sistemi su rezervisani za potrebe Ministarstva socijalnog osiguranja, te nisu dostupni za eksterno korišćenje.

Infrastruktura data centara pokriva približno 2.000 kvadratnih metara prostora za računare i sadrži više od 100.000 servera različitih hardverskih konfiguracija. Ukupan kapacitet skladištenja iznosi oko 10.000 terabajta. Mreža kompanije DTGOV ima redundantne veze visoke brzine za prenos podataka koje povezuju

data centre u potpunoj mrežnoj topologiji. Povezanost na internet se smatra nezavisnom od pružaoca usluga, jer njihova mreža povezuje sve glavne nacionalne telekomunikacione operatere.

Projekti integracije i virtuelizacije servera su u toku već pet godina, što je značajno umanjilo raznolikost hardverskih platformi. Kao rezultat toga, sistematsko praćenje ulaganja i operativnih troškova vezanih za hardversku platformu pokazalo je značajna unapređenja. Međutim, kompanija DTGOV i dalje ima značajnu raznolikost softverskih platformi i konfiguracija, zahvaljujući zahtevima pojedinačnih klijenata za prilagođavanje usluga.

## Poslovni ciljevi i nova strategija

Kao glavni strateški cilj standardizacije portfolija usluga kompanije DTGOV izdvaja se povećanje nivoa isplativosti i optimizacija operativnog delovanja. Uspostavljena je interna komisija na nivou izvršnih direktora radi definisanja smernica, ciljeva i strateškog plana za ovu inicijativu. Komisija je prepoznala računarstvo u oblaku kao vodeću opciju i mogućnost za dalju diverzifikaciju i poboljšanje spektra usluga i klijentskog portfolija.

Plan se sastoji od sledećih ključnih aspekata:

- *Poslovne prednosti* - Potrebno je precizirati konkretne poslovne koristi koje proizilaze iz standardizacije portfolija usluga u okviru modela isporuke računarstva u oblaku. Na primer, kako može optimizacija IT infrastrukture i operativnih modela dovesti do direktne i merljive redukcije troškova?
- *Portfolio usluga* - Koji servisi bi trebalo da budu bazirani na oblaku i kojim klijentima bi trebalo da budu dostupni?
- *Tehnički izazovi* - Ograničenja postojeće tehnološke infrastrukture u odnosu na zahteve za obradom u realnom vremenu modela računarstva u oblaku moraju biti shvaćena i dokumentovana. Potrebno je u najvećoj mogućoj meri iskoristiti postojeću infrastrukturu zbog optimizacije početnih troškova razvoja ponude usluga baziranih na oblaku.
- *Cenovnik i SLA* - Potrebno je definisati odgovarajuću strategiju ugovaranja, cenovnika i kvaliteta usluge. Adekvatni cenovnici i sporazumi o nivou usluga (SLA) moraju biti postavljeni za podršku inicijativi.

Izražena je zabrinutost u vezi sa promenama u trenutnom formatu ugovora i njihovim potencijalnim uticajem na poslovanje. Mnogi klijenti možda neće biti voljni ili spremni da prihvate modele ugovaranja i isporuke usluga zasnovanih na oblaku. Ovo postaje još kritičnije kad se ima u vidu činjenica da 90% trenutnog portfolija klijenata kompanije DTGOV čine javne organizacije koje obično nemaju autonomiju ili fleksibilnost za brzu promenu operativnih metoda. Zbog toga se očekuje da će proces migracije biti dugoročan, što predstavlja rizik ako plan nije adekvatno i jasno definisan. Dodatno pitanje odnosi se na regulative ugovora o IT u javnom sektoru - postojeći propisi mogu da zastare ili postanu nejasni kada se primene na tehnologije računarstva u oblaku.

## Plan i strategija implementacije

Inicirane su različite aktivnosti procene s ciljem adresiranja prethodno navedenih izazova. Prva je bila anketiranje postojećih klijenata da bi se ispitalo njihovo razumevanje, trenutne inicijative i planovi u pogledu računarstva u oblaku. Većina anketiranih je bila upućena i informisana o trendovima u računarstvu u oblaku, što je ocenjeno kao pozitivan rezultat.

Analiza portfolija usluga pokazala je jasno definisane infrastrukturne usluge vezane za profesionalno skladištenje internet sajtova i kolokaciju servera. Takođe je procenjena tehnička stručnost i infrastruktura, što je dovelo do zaključka da su operativno upravljanje i održavanje data centara ključne kompetencije IT osoblja kompanije DTGOV.

Na osnovu ovih saznanja, komisija je odlučila da:

1. odabere Infrastrukturu kao uslugu (IaaS) kao primarnu platformu za isporuku, da bi pokrenula inicijativu za pružanje usluga računarstva u oblaku
2. zaposli konsultantsku firmu sa velikim iskustvom i stručnošću u pružanju usluga oblaka, radi ispravnog identifikovanja i rešavanja poslovnih i tehničkih problema koji bi mogli negativno da utiču na inicijativu
3. implementira nove hardverske resurse sa standardizovanom platformom u dva različita data centra, sa težištem na uspostavljanju novog, pouzdanog okruženja za početno pružanje usluga baziranih na platformi IaaS
4. identifikuje tri klijenta koji planiraju usvajanje usluga zasnovanih na oblaku, s ciljem realizacije pilot projekata i definisanja ugovornih uslova, cenovnika, kao i politika i sporazuma o nivou usluga (SLA)
5. evaluira pružanje usluga tri izabrana klijenta tokom inicijalnog šestomesečnog perioda, pre nego što uslugu ponudi ostalim klijentima



Dok pilot projekat napreduje, implementirano je novo upravljačko okruženje bazirano na webu, koje omogućava samostalno određivanje virtuelnih servera, kao i praćenje SLA i finansijskih pokazatelja u realnom vremenu. Pilot projekti su ocenjeni kao veoma uspešni, što otvara put za sledeći korak – pružanje usluga zasnovanih na oblaku ostalim klijentima.

### **2.3 Treća studija slučaja: Innovartus Technologies Inc**

Primarna delatnost kompanije Innovartus Technologies Inc. je razvoj virtuelnih igračaka i edukativno-zabavnih proizvoda namenjenih deci. Ove usluge se pružaju putem veb portala koji primenjuje model igranja uloga za kreiranje prilagođenih virtuelnih igara, kako za personalne računare, tako i za mobilne uređaje. Igre omogućuju korisnicima da stvaraju i upravljaju virtuelnim igračkama (automobilima, lutkama, kućnim ljubimcima), koje je moguće opremiti virtuelnim dodacima stečenim ispunjavanjem edukativnih zadataka. Osnovna ciljna grupa su deca mlađa od 12 godina. Innovartus poseduje i okruženje društvene mreže koja korisnicima omogućava razmenu predmeta i međusobnu saradnju. Sve ove aktivnosti roditelji mogu da prate i nadgledaju, a imaju i mogućnost i da se uključe u igru, tako što će kreirati specifične zadatke za svoju decu.

Najinovativnija i revolucionarna karakteristika aplikacija Innovartusa je eksperimentalan korisnički interfejs zasnovan na konceptima prirodnog interaktivnog interfejsa. Korisnici mogu interaktivno da deluju pomoću glasovnih komandi, jednostavnih gestova koje detektuje veb-kamera, ili neposrednim dodirima ekrana tableta.

Portal Innovartus je od samog početka baziran na tehnologiji računarstva u oblaku. Inicijalno je razvijen pomoću PaaS platforme i od tada je neprestano skladišten kod istog pružaoca usluga u oblaku. Međutim, nedavno se ispostavilo da ovo okruženje ima određena tehnička ograničenja koja utiču na funkcionalnost okvira za programiranje korisničkog interfejsa Innovartus aplikacija.

### **Tehnička infrastruktura i okruženje**

Brojna druga rešenja za automatizaciju kancelarijskih poslova portala Innovartus, kao što su zajednička spremišta datoteka i raznovrsnih alata za povećanje produktivnosti, takođe su bazirana na tehnologiji računarstva u oblaku. Interno IT okruženje preduzeća je prilično skromno, sastavljeno uglavnom od radnih stanica, laptopova i specijalizovanih radnih stanica za grafički dizajn.



## Poslovni ciljevi i strategija

Innovartus je proširio funkcionalnost IT resursa koji se koriste za njihove veb i mobilne aplikacije. Takođe, kompanija je intenzivirala napore u internacionalizaciji svojih aplikacija: veb-sajt i mobilne aplikacije su sada dostupni na pet različitih jezika.

## Plan i strategija implementacije

Innovartus ima nameru da nastavi razvoj svojih rešenja zasnovanih na oblaku. Međutim, u trenutnom okruženju postoje ograničenja za skladištenje u oblaku, koja je potrebno prevazići:

- Potrebno je unaprediti skalabilnost radi prilagođavanja povećanoj i manje predvidivoj interakciji korisnika u oblaku.
- Potrebno je poboljšati nivo usluga, da bi se izbegli prekidi koji se trenutno događaju češće nego što je to očekivano.
- Potrebno je unaprediti isplativost, s obzirom na to da su troškovi zakupa viši kod trenutnog pružaoca usluga u oblaku, u poređenju sa drugima.

Ovi i drugi faktori su doveli do toga da kompanija Innovartus donese odluku o migraciji ka većem, globalno priznatom pružaocu usluga u oblaku.

Plan ovog projekta migracije obuhvata:

- Tehnički i ekonomski izveštaj o rizicima i posledicama planirane migracije.
- Odluku i detaljnu studiju inicijative sa fokusom na kriterijume za izbor novog pružaoca usluga u oblaku.
- Procenu prenosivosti aplikacija, radi utvrđivanja koliko je trenutna arhitektura servisa u oblaku specifična za okruženje trenutnog pružaoca usluga.

Kompaniju Innovartus brine kako će, i u kojoj meri, trenutni pružalac usluga u oblaku biti voljan da podrži i da saraduje u procesu migracije.

