

IAAS, PAAS, SAAS

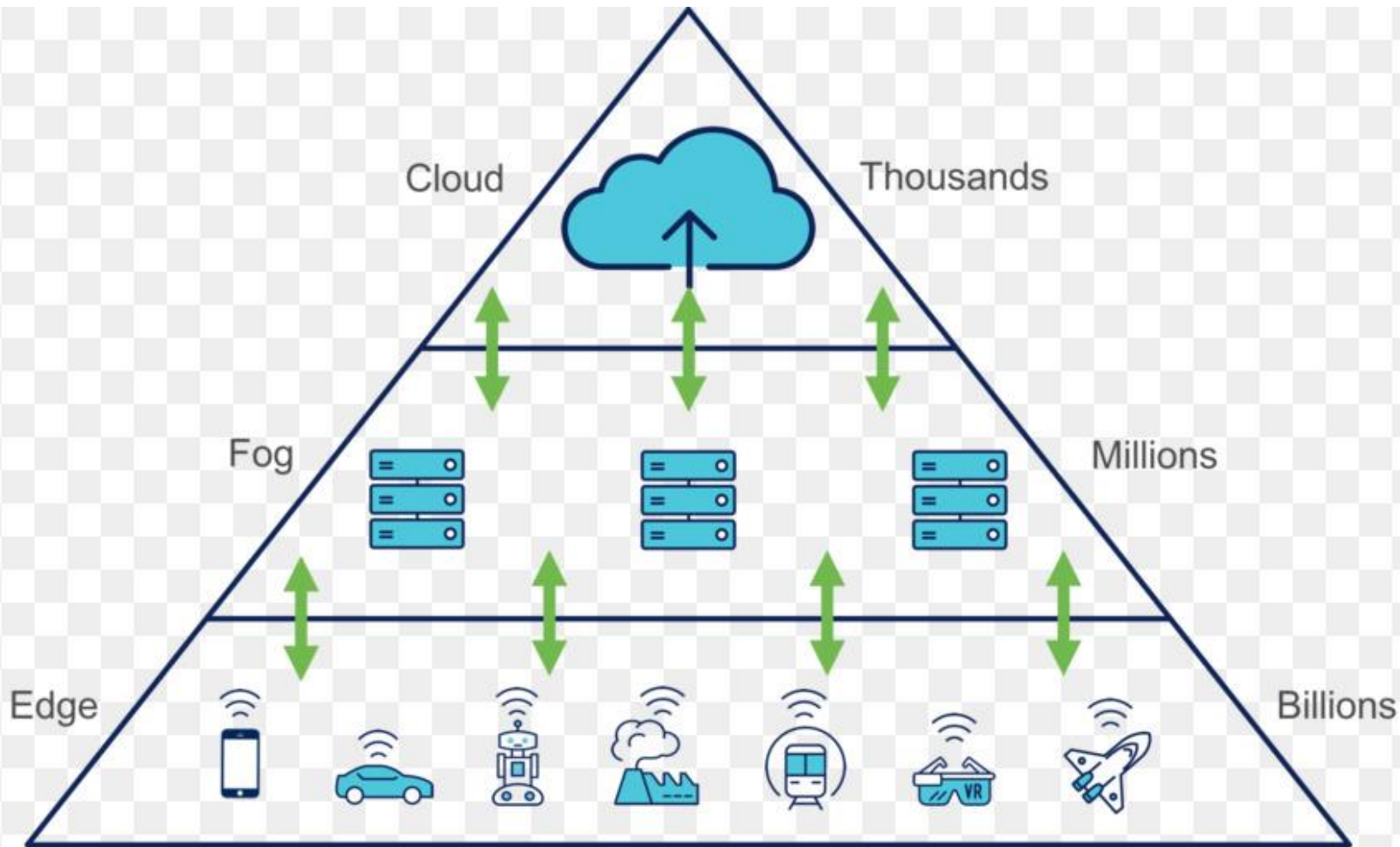
Univerza v Ljubljani, FRI

Matjaž B. Jurič



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo
in informatiko

Cloud, Edge in Fog Computing



IoS, IoT, I4.0

- IoS = Internet of Services, internet storitev
 - Under the Internet of Services (IoS) everything that is needed to use software applications is available as a service on the Internet, including the software itself, the tools to develop the software, and the platform (servers, storage and communication) to run the software.
- IoT = Internet of Things, internet naprav
 - Network of physical objects—“things”—that are embedded with sensors, software, and other technologies for the purpose of connecting and exchanging data with other devices and systems over the Internet
- Industry 4.0 = četrta industrijska revolucija
 - The Fourth Industrial Revolution (or Industry 4.0) is the ongoing automation of traditional manufacturing and industrial practices, using modern smart technology. Large-scale machine-to-machine communication (M2M) and the internet of things (IoT) are integrated for increased automation, improved communication and self-monitoring, and production of smart machines that can analyze and diagnose issues without the need for human intervention.

Cloud, Edge in Fog Computing

INDUSTRIAL IoT DATA PROCESSING LAYER STACK

CLOUD LAYER

Big Data Processing
Business Logic
Data Warehousing

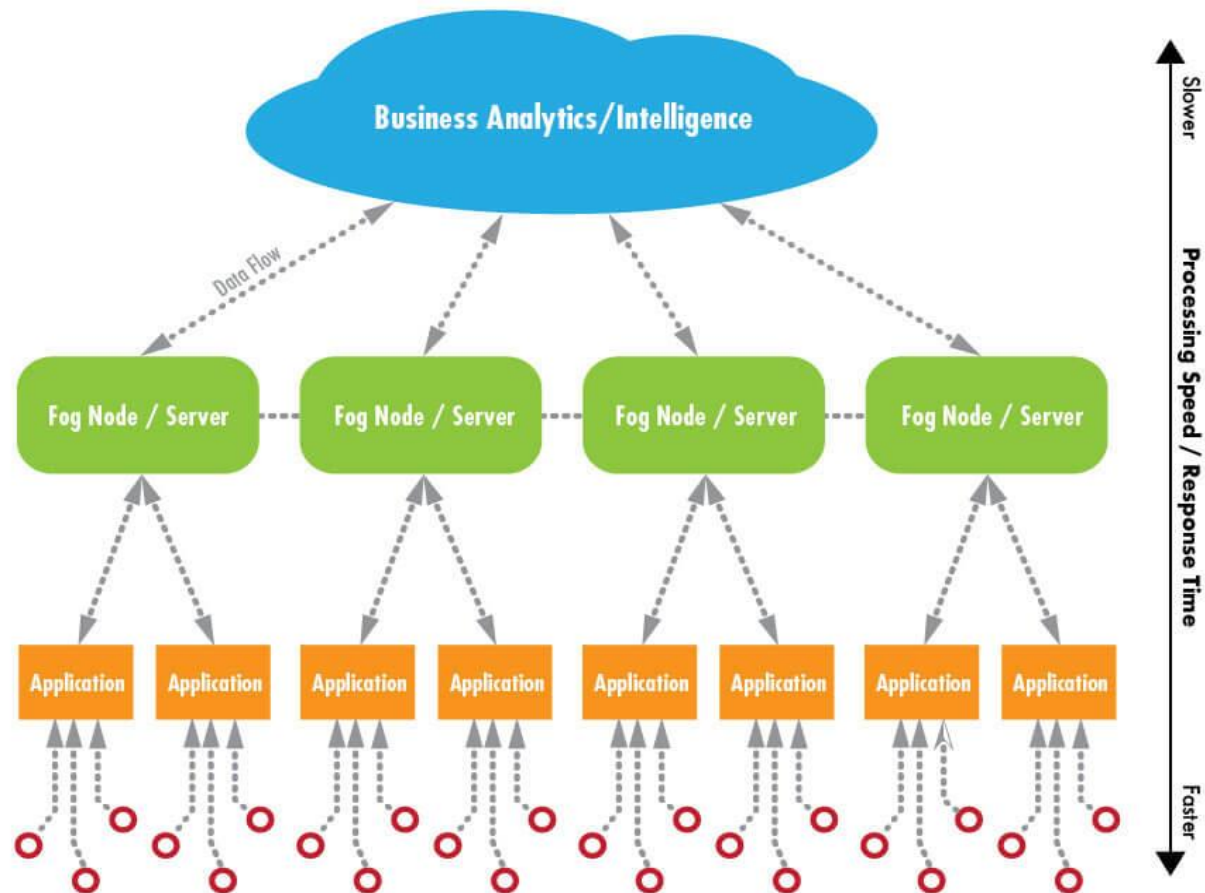
FOG LAYER

Local Network
Data Analysis & Reduction
Control Response
Virtualization/Standardization

EDGE LAYER

Large Volume Real-time Data Processing
At Source/On Premises Data Visualization
Industrial PCs
Embedded Systems
Gateways
Micro Data Storage

Sensors & Controllers (data origination)

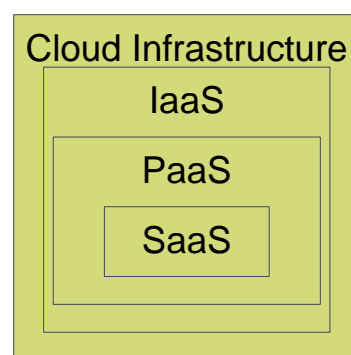
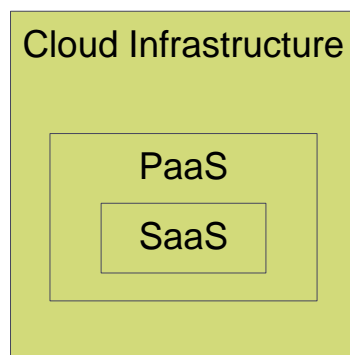


Digitalizacija, digitalna preobrazba

- Digitalizacija
 - Avtomatizacija poslovnih procesov z uporabo digitalnih tehnologij
- Digitalna transformacija
 - Iskanje novih poslovnih modelov in rešitev z uporabo digitalnih tehnologij
- API ekonomija
 - Gospodarstvo oz. vrednostne verige, ki temeljijo na integraciji partnerjev preko APIjev. Povezano s platformami.
 - The API economy is an enabler for turning a business or organization into a platform. Platforms multiply value creation because they enable business ecosystems inside and outside of the enterprise to consummate matches among users and facilitate the creation and/or exchange of goods, services and social currency so that all participants are able to capture value.

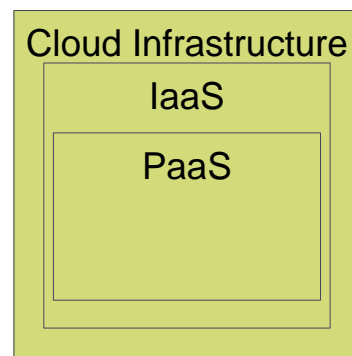
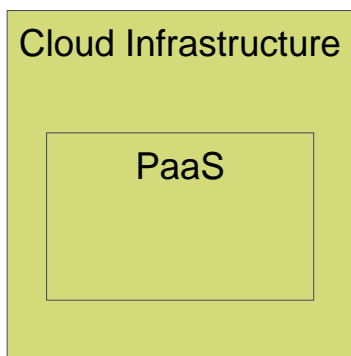
Strežniki, vsebniki, serverless

- Strežniki
 - Fizični
 - Virtualizirani
- Vsebniki (containers)
 - Nova generacija virtualizacije
 - Docker
- Orkestratorji vsebnikov
 - Nova generacija infrastrukture, na kateri delujejo vsebniki
 - Kubernetes, Docker Swarm
- Serverless – brezstrežniško okolje
 - FaaS – Function as a Service

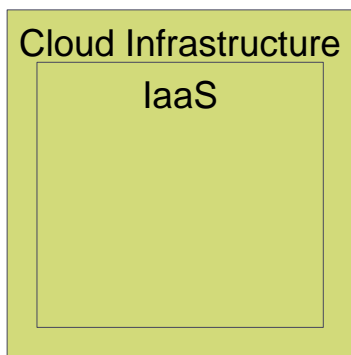


Software as a Service
(SaaS)

Aplikacije kot storitev



Platform as a Service (PaaS)
Platforma kot storitev



Infrastructure as a Service (IaaS)
Infrastruktura kot storitev

PaaS

Serverless

More control over deployment environment

Application has to be configured to scale automatically

Application takes a while to spin up

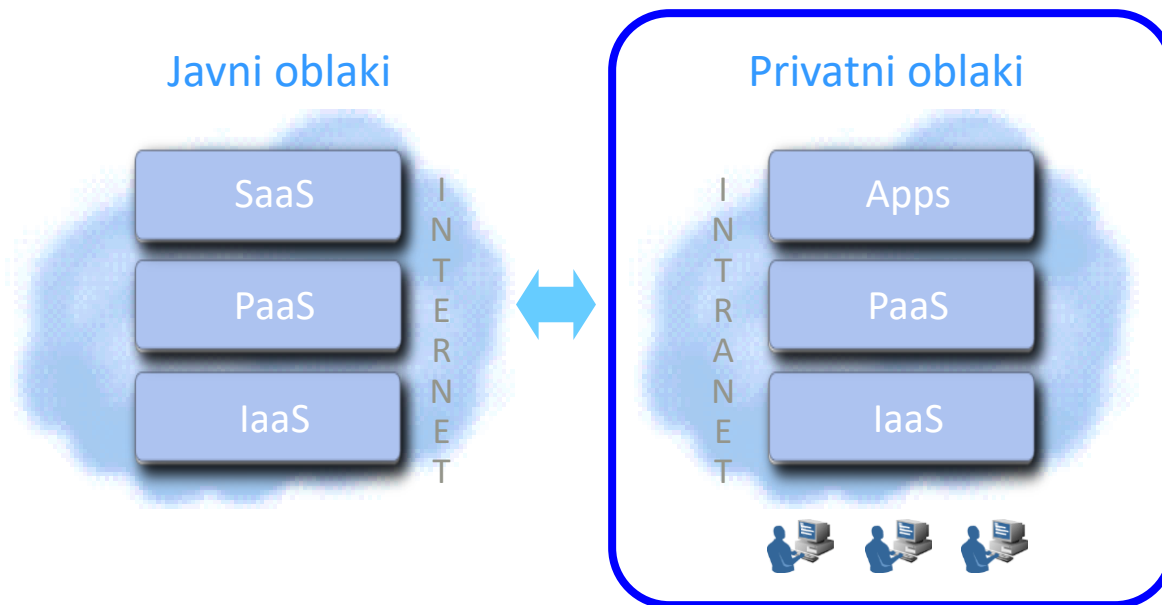
Developers only have to write application code

No server management

Less control over deployment environment

Application scales automatically

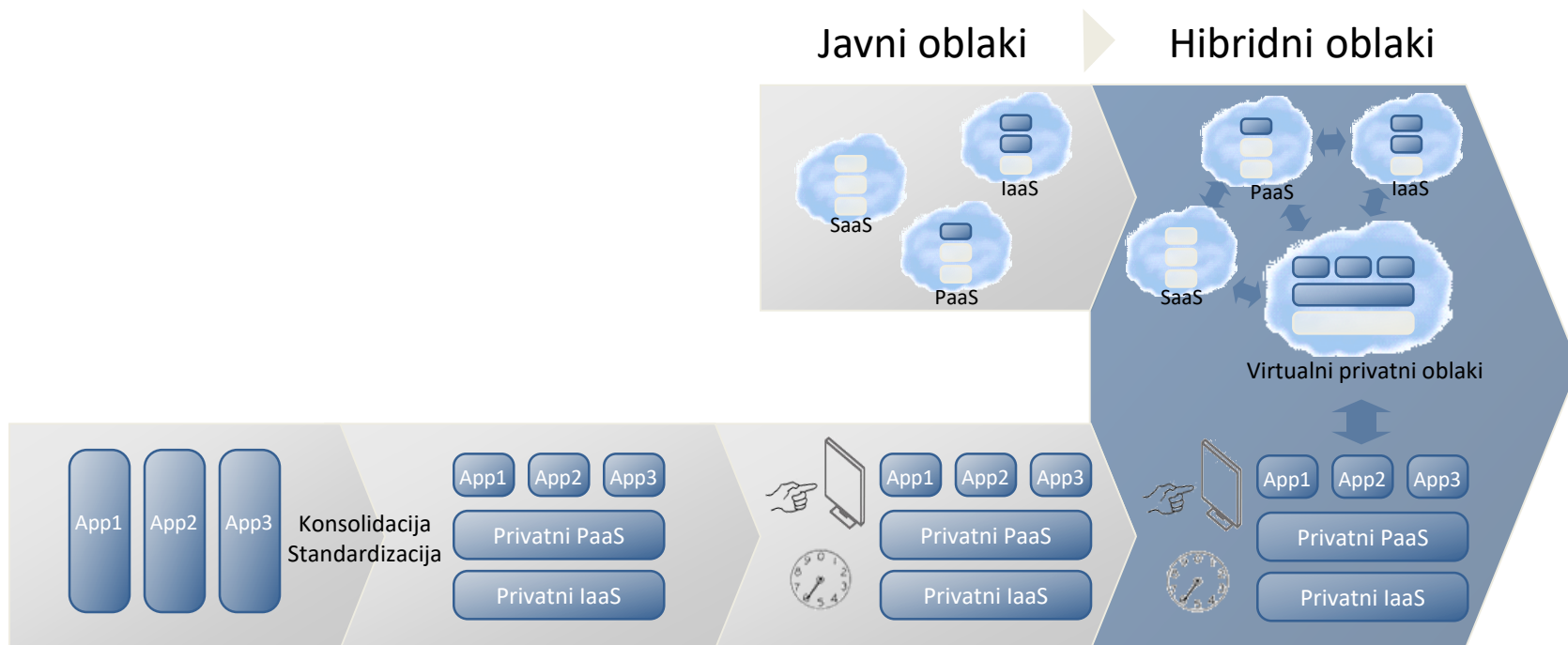
Application code only executes when invoked



Primerjava

- Nižji začetni stroški ↔ Nižji celotni stroški
- Upravljanje izvajaja ponudnik ↔ Večji nadzor
- Operativni stroški ↔ Investicija + operativni stroški

V podjetjih se uveljavlja kombinacija javnih in privatnih oblakov



Apl. silosi

- Fizični
- Namenski
- Statični
- Heterogeni

Grid

- Virtualizirani
- Deljene storitve
- Dinamični
- Standardizirane aplikacije

Privatni oblaki

- “Samoposrežba”
- Deklarativno upravljanje virov
- Zaračunavanje
- Načrtovanje kapacitet (elastičnost)

Hibridni oblaki

- Federacija z javnimi oblaki
- Interoperabilnost
- “Cloud bursting”

Namestitveni modeli

Privatni oblaki

Hibridni oblaki

Javni oblaki

Storitveni modeli

Software as a Service (SaaS)

Platform as a Service (PaaS)

Infrastructure as a Service (IaaS)

Ključne značilnosti

Storitev na zahtevo

Elastičnost

SLA

Avtomatska rekonfiguracija

Registracija in odkrivanje virov

Samodejno "popravljanje"

Osnovne lastnosti

Samodejno monitoriranje

Prožno izvajanje

Odpornost na izpade

Geografska razpršenost

Virtualizacija

Storitvena usmerjenost

Nizki stroški

Napredna varnost

INFRASTRUKTURA KOT STORITEV



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo
in informatiko

Definicija

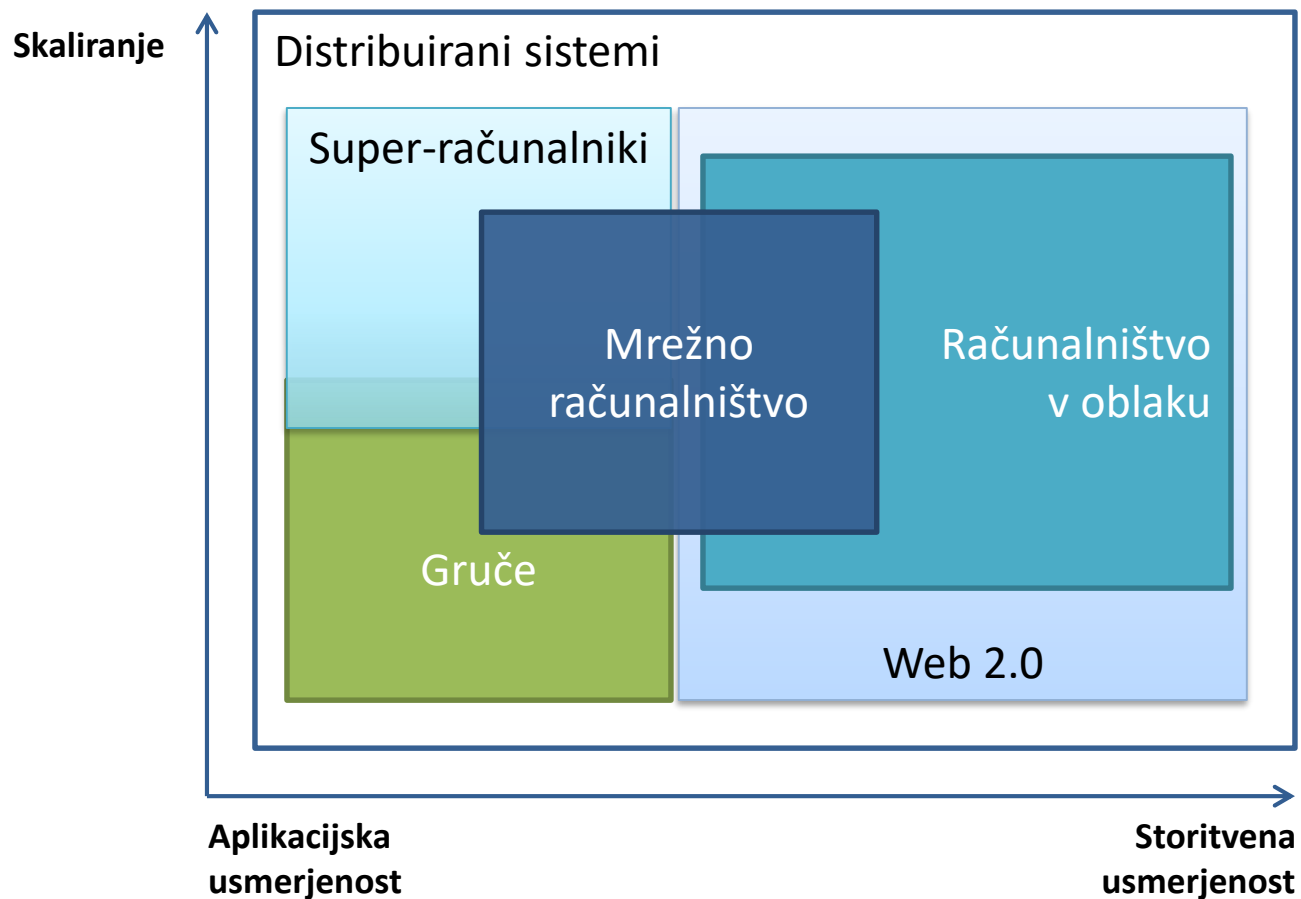
- Zmožnost oskrbovanja procesnih, podatkovnih in omrežnih kapacitet ter drugih računalniških virov. Uporabnik lahko postavi in zaganja poljubno programsko opremo, ki vključuje operacijski sistem in aplikacije. Le-ta ne upravlja in nadzira infrastrukture oblaka, temveč ima nadzor nad operacijskim sistemom, shrambo, postavljenimi aplikacijami in ima običajno omejen nadzor nad omrežnimi komponentami. **NIST**

Ključne karakteristike

- Virtualizacija
- Avtomatizacija in orkestracija
- Cloudbursting
- Federacija
- Elastičnost in skalabilnost
- Samopostrežba
- Večnajemniški model
- Merjenje storitev
- Konsolidacija in centralizacija
- Migracija virtualcev
- Replikacija podatkov

Primerjava s sorodnimi tehnologijami

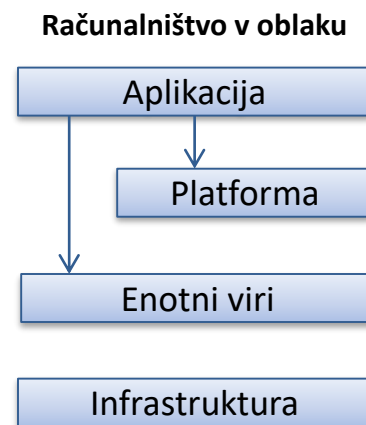
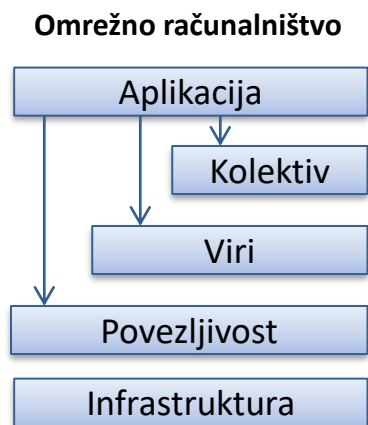
- Računalništvo v oblaku in mrežno računalništvo:



Primerjava s sorodnimi tehnologijami

▪ Računalništvo v oblaku in mrežno računalništvo:

- Poslovni model:
 - Računalništvo v oblaku:
 - „Pay-as-you-go“ model – plačamo za storitve, ki jih dejansko porabimo.
 - Mrežno računalništvo:
 - Projektno orientirano – uporabniki oziroma skupnost dobi na voljo določeno število enot (npr. CPE ur), ki jih lahko porabi.
- Arhitektura:



Primerjava s sorodnimi tehnologijami

- Računalništvo v oblaku in mrežno računalništvo:
 - Arhitektura:
 - Računalništvo v oblaku:
 - Infrastruktura – predstavlja računalniške vire na nivoju strojne opreme, kot so izvajalna enota, shramba in omrežje.
 - Enotni viri – vsebujejo vire, ki so virtualizirani in izpostavljeni višjim nivojem in končnim uporabnikom kot integrirane vire (npr. virtualne stoje, gruče, logični datotečni sistem, podatkovna baza, itn.)
 - Platforma – dodaja zbirko specifičnih orodij, vmesno programsko opremo in storitve nad enotne vire, da bi ponudila platformo za razvoj, izvajanje in postavitve aplikacij.
 - Aplikacija - predstavlja aplikacije, ki se izvajajo v oblaku.

Primerjava s sorodnimi tehnologijami

- Računalništvo v oblaku in mrežno računalništvo:
 - Arhitektura:
 - Omrežno računalništvo:
 - Infrastruktura – ponuja dostop do virov, kot so izvajalna enota, shramba in omrežje, repozitorij programske kode. Infrastruktura se pri omrežnem računalništvu nanaša na upravljavce lokalnih virov.
 - Povezljivost – definira temeljne komunikacijske in avtentikacijske protokole za varne omrežne transakcije (GSI protokol).
 - Viri – definira protokole za objavo, odkrivanje, pogajanje, spremljanje in zaračunavanje deljenih operacij na individualnih virih (GRAM in GridFTP protokola).
 - Kolektiv – zajema interakcije med kolekcijami virov, imeniškimi storitvami, kot so storitve za odkrivanje in spremljanje (MDS) ter storitve za razporejanje in posredovanje (Condor-G in Nimrod-G).
 - Aplikacija – predstavlja aplikacije zgrajene na protokolih in API-jih, ki operirajo v VO (Virtual Organization) okolju.

Primerjava s sorodnimi tehnologijami

■ Računalništvo v oblaku in mrežno računalništvo:

Funkcionalnost	Mreža (Grid)	Oblak (Cloud)
Deljenje virov	Kolaboracija (VO-ji, deljenje datotek).	Dodeljeni viri niso deljeni.
Virtualizacija	Virtualizacija podatkov in računalniških virov.	Virtualizacija platform programske in strojne opreme.
Varnost	Varnost preko delegacije poverilnic (credentials).	Varnost preko izolacije.
Arhitektura	Storitveno usmerjena.	Uporabniško izbrana arhitektura.
Odvisnost programske opreme	Domensko odvisna programska oprema.	Domensko neodvisna programska oprema.
Platformsko zavedanje	Odjemalec mora biti „Grid-enabled“.	Ponudnikova programska oprema deluje v kostumiziranem okolju.
Skalabilnost	Skalabilnost vozlišč in strani.	Skalabilnost vozlišč, strani in strojne opreme.
Samopostrežba	Možnost ponovnih nastavitvev.	Možnost ponovnih nastavitvev, samo-popravila (self-healing).
Stopnja centralizacije	Decentraliziran nadzor.	Centraliziran nadzor.
Uporabnost	Težavnost upravljanja.	Uporabniku prijazen.
Standardizacija	Standardizacija in interoperabilnost.	Pomanjkanje standardov za interoperabilnost oblaka.
Plačilni model	Rigidni.	Fleksibilen.
QoS zagotovila	Omejena podpora.	Omejena podpora, osredotočena na razpoložljivost in neprekinjeno delovanje.

Primerjava s sorodnimi tehnologijami

- Računalništvo v oblaku in virtualizacija:
 - Virtualizacija
 - Zmožnost izvajanja več operacijskih sistemov na enojnem fizičnem sistemu in zmožnost deljenja virov strojne opreme.

- Računalništvo v oblaku



Virtualizacija



Elastičnost



Izolacija



Konsolidacija

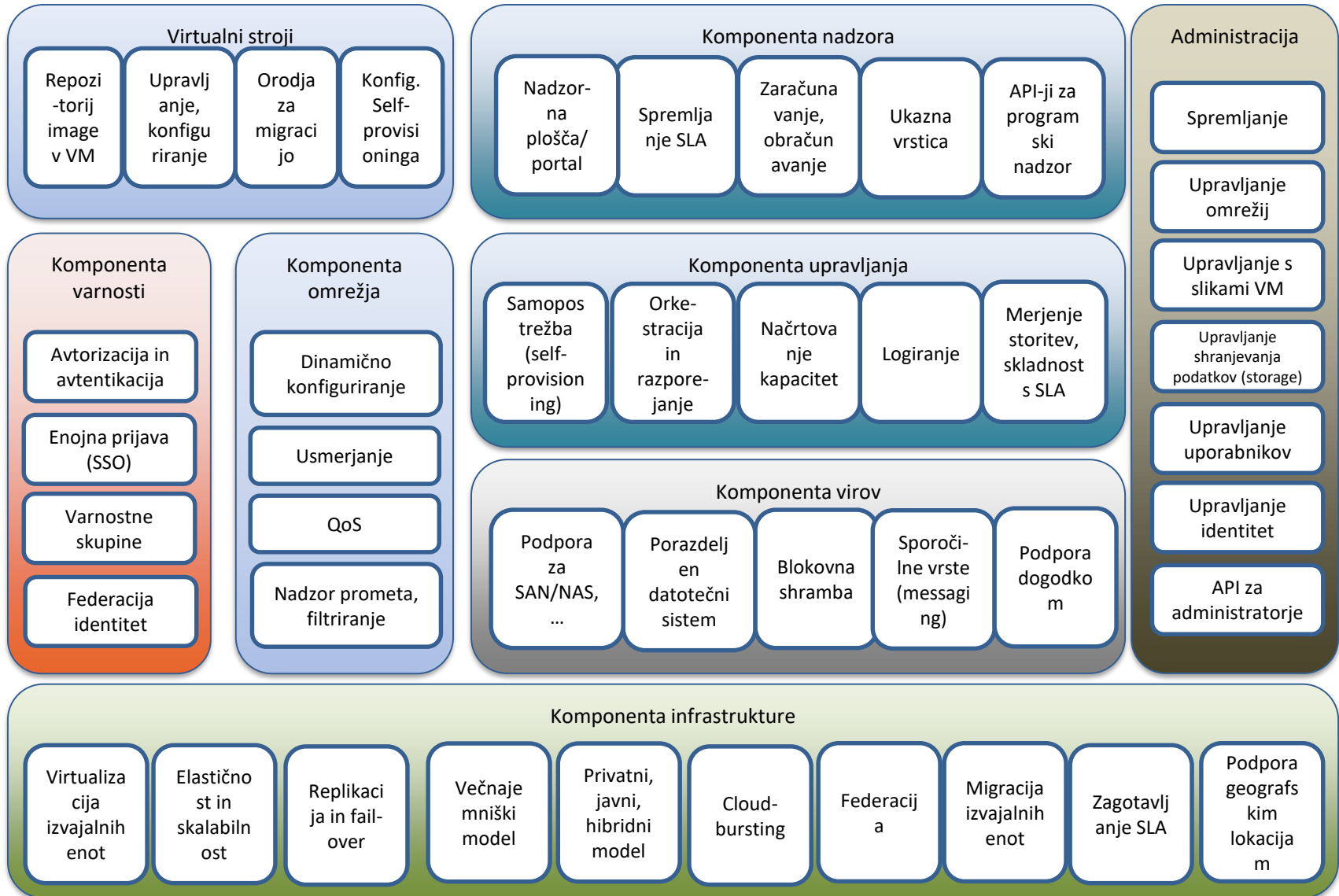


Samopostrežba



Avtomatizacija

Arhitekturna zasnova IaaS



Amazon

- Javni ponudnik storitev računalništva v oblaku
- Storitve so na voljo na samopostrežen način (Self Service)
- Zaračunavanje po porabi (Pay As You Go)
- Poln dostop do virtualiziranih storitev
- EC2 je na voljo v več regijah (Regions)
 - US-West Oregon, US-West N. California, US-East Virginia, EU-West Ireland, Asia Pacific Singapore, Asia Pacific Tokyo
- Znotraj vsake regije je na voljo več con za dostop (Availability Zones) npr, za EU-West Ireland:
 - eu-west-1a,eu-west-1b,wu-west-1c



OpenStack

- Predstavlja kolekcijo odprtokodnih tehnologij, ki ponujajo skalabilno in modularno IaaS rešitev v oblaku.
- Vsebuje kolekcijo odprtokodnih projektov, ki jih vzdržuje celotna skupnost in ponuja operacijsko platformo in orodja za orkestracijo oblakov.
- Trenutno ponuja tri komponente: Compute, ObjectStorage in Image Service.
- Je kompatibilen z EC2 in S3 vmesniki.
- V OpenStack skupnosti danes sodeluje več kot šestdeset vodilnih podjetij, kot so Rackspace, NASA, IBM, Cisco, Citrix, Dell, Intel, Microsoft in Facebook.

PLATFORMA KOT STORITEV



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo
in informatiko

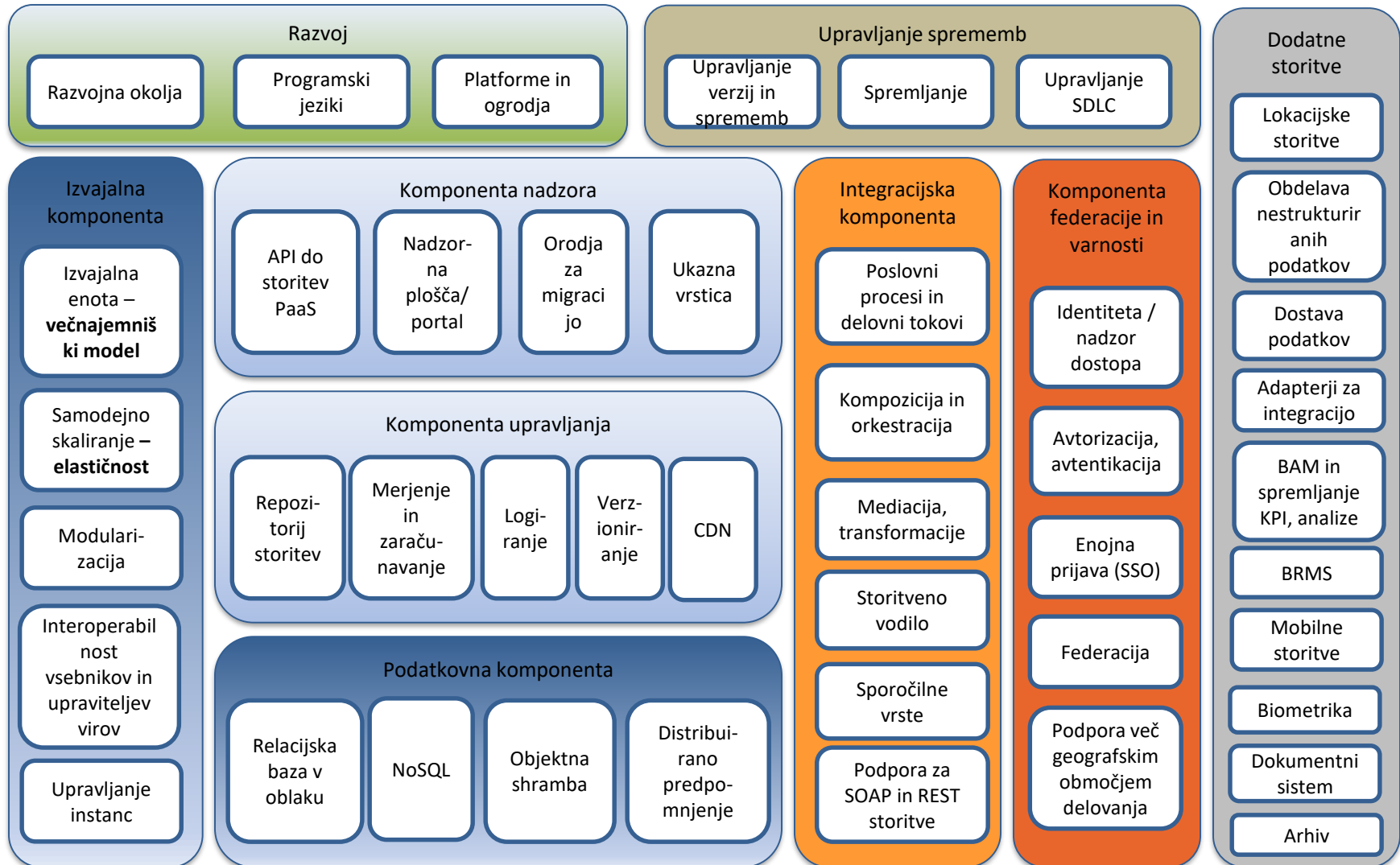
Definicija

- Zmožnost postavitve različnih tipov aplikacij, ki si razvite z uporabo programskih jezikov in orodij ponujenih s strani ponudnika. Uporabnik pri tem ne upravlja in nadzira spodaj ležečo infrastrukturo (omrežje, shrambo, operacijski sistem ali strežnik) temveč ima nadzor nad postavljeno aplikacijo in pogosto tudi nastavitvami gostujočega okolja. **NIST**

Ključne karakteristike

- Samopostrežba
- Avtomatizirano upravljanje in spremljanje
- Skalabilnost
- Večnajemniški model
- Centraliziran nadzor
- Varovana platforma ter dostop
- Merjenje in zaračunavanje porabe
- Visoka razpoložljivost aplikacij in podatkov
- Integracijski model storitev
- Celovito podprt življenjski cikel razvoja aplikacij
- Podprt skupinski razvoj

Arhitekturna zasnova PaaS



Programski modeli

- Odjemalec/Strežnik (Client/Server):
 - Ločuje sistem na aplikacije, kjer odjemalec pošilja zahteve strežniku. V večini primerov je strežnik podatkovna baza z aplikacijsko logiko, ki je predstavljena kot bazna procedura.
- Komponentna arhitektura (Component-Based Architecture):
 - Dekompozicija aplikacijske arhitekture v ponovno uporabljive funkcionalne in logične komponente, ki izpostavljajo dobro definirane komunikacijske vmesnike.
- Domensko gnano načrtovanje (Domain Driven Design):
 - Objektno orientiran arhitekturni stil osredotočen na modeliranje poslovnih domen in definiranju poslovnih objektov, ki temeljijo na entitetah znotraj poslovne domene.

Programski modeli

- Nivojska arhitektura (Layered Architecture):
 - Osredotoča se na grupiranje sorodnih funkcionalnosti aplikacije v različne nivoje, katerih funkcionalnosti so povezani s skupno vlogo ali odgovornostjo.
- Sporočilno vodilo (Message Bus):
 - Arhitekturni stil, ki predpisuje uporabo programske opreme za pošiljanje in sprejem sporočil z uporabo enega ali več komunikacijskih kanalov. Na tak način so lahko različne aplikacije v interakciji, ne da bi se zavedale podrobnosti drugih.
- Večslojna/3-slojna arhitektura (N-Tier/3-Tier):
 - Združuje funkcionalnosti v ločene segmente na podoben način kot nivojski arhitekturni stil. V tem primeru vsak segment predstavlja logičen nivo, ki je lociran na drugem fizičnem računalniku.

Programski modeli

- **Storitveno usmerjena arhitektura (SOA):**
 - Arhitektura aplikacij, ki izpostavljajo in koristijo funkcionalnosti v obliki storitev z uporabo pogodb in sporočil.
- **Mikrostoritve in cloud-native**
- **Model računalništva v oblaku:**
 - Računalništvo v oblaku prinaša številne prednosti, kot so elastičnost, visoka stopnja razpoložljivosti in zanesljivosti ter agilnost. Ravno tako vpeljuje nov način dostave storitev, kot so relacijska podatkovna baza v oblaku, NoSQL baza, avtomatično skaliranje, varnostne skupine, itn. Da bi uspešno koristili vse te prednosti, morajo aplikacije za oblak biti načrtovane tako, da sledijo specifičnemu aplikacijskemu modelu.
 - Različni ponudniki storitev oblaka imajo različne zahteve in s tem drugačne modele aplikacij.

PROGRAMSKA OPREMA KOT STORITEV



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo
in informatiko

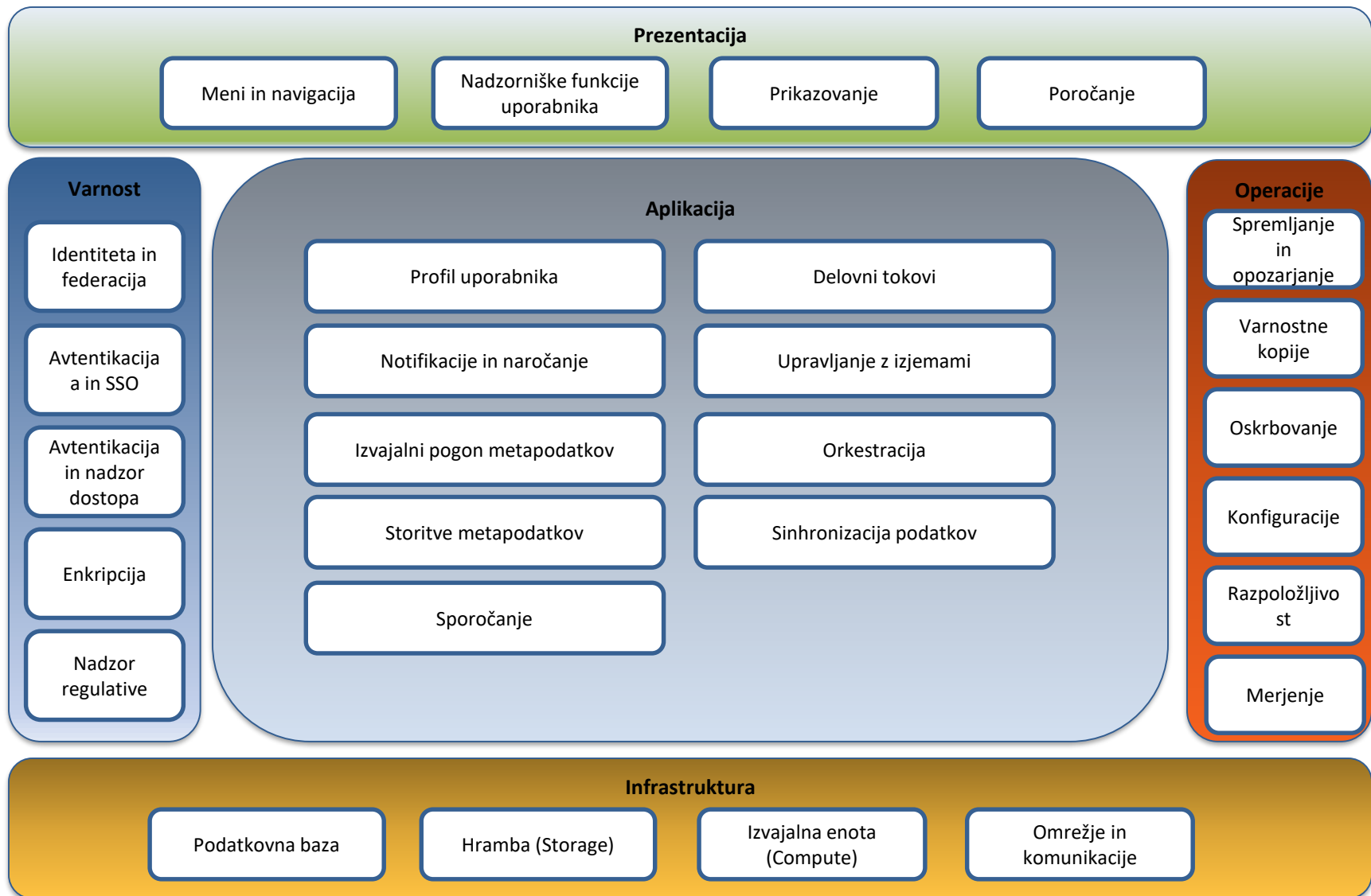
Definicija

- Zmožnost izvajanja aplikacije v infrastrukturi oblaka pri čemer je le-ta dostopna več odjemalcem (spletni brskalnik, mobilne in tablične naprave, ...). Uporabnik pri tem ne rabi skrbeti za upravljanje ali nadzor nad spodaj-ležečo infrastrukturo oblaka, omrežjem, strežniki, operacijskim sistemom ter individualnimi aplikacijskimi zmožnostmi.
- Primeri:
 - Google Gmail, Yahoo! Mail, Hotmail, ...
 - Facebook, Twitter, LinkedIn, ...
 - Salesforce CRM, Oracle CRM On Demand
 - Oracle Fusion Application Services
 - ...

Osnovne karakteristike SaaS

- Dostop do programske opreme preko različnih odjemalcev:
 - Spletni brskalnik, mobilne in tablične naprave, namizje ...
- Upravljanje aplikacije iz centralne lokacije.
- Aplikacija je dostavljena na dva različna načina:
 - Pay As You Go model
 - Naročnina (mesečna, celoletna, ...)
- Uporabniki ne rabijo skrbeti za nadgradnje programske opreme in popravke.
- API-ji omogočajo integracijo med različnimi deli aplikacije.
- Elastično obnašanje aplikacije - samodejna skalabilnost.
- Samopostrežni mehanizmi (self-service)
- Večnajemnost (multi-tenancy).

Arhitektura SaaS



NAMESTITVENI MODELI

Namestitveni modeli

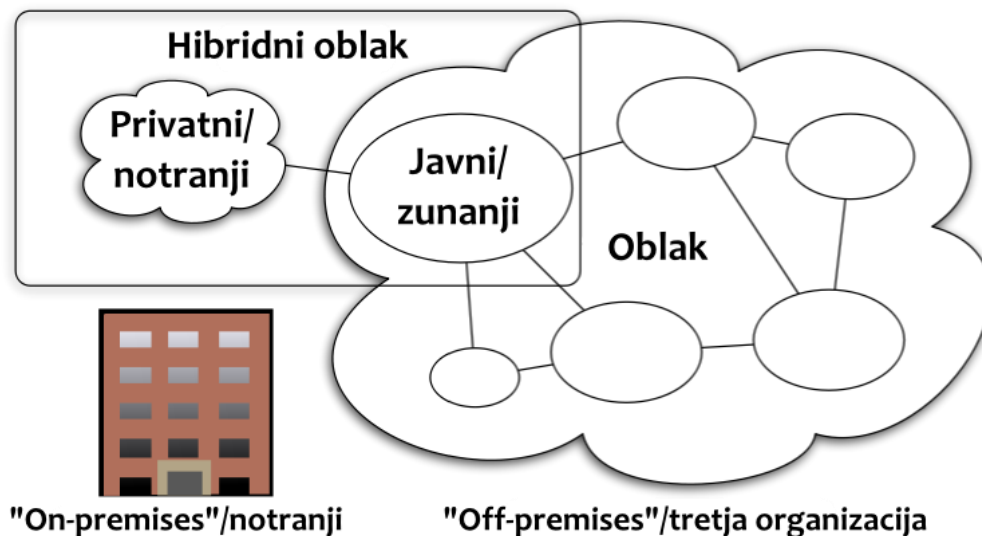
- Javni oblak:
 - V lasti tretje organizacije, ki ga tudi upravlja.
 - Na voljo širši javnosti, organizacijam, podjetjem...
 - Ponuja nizko-cenovni “pay-as-you-go” model.
 - Večji od RC znotraj podjetij -> skalabilnost na zahtevo.
 - Primer: Amazon AWS, IBM SmartCloud, Windows Azure...

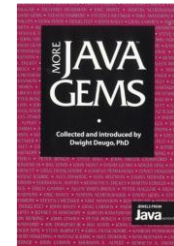
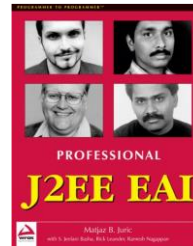
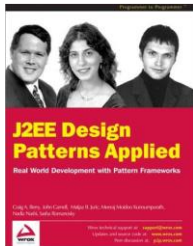
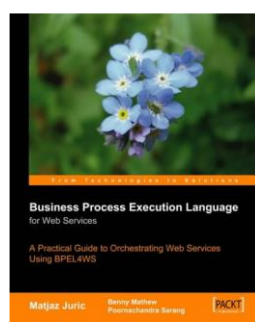
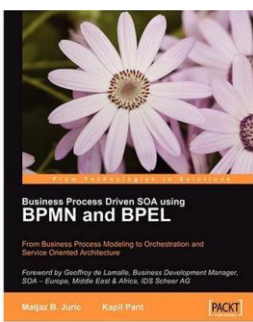
Namestitveni modeli

- Privatni oblak:
 - Postavljeni izključno za posamezno organizacijo.
 - Večji nadzor nad podatki, za varnost skrbijo organizacije.
 - Dve možnosti:
 - “On-premise” privatni oblak (notranji)
 - Znotraj podatkovnega centra organizacije.
 - Omejen na velikost in skalabilnost.
 - Visoki kapitalni ter operativni stroški.
 - Primerni za aplikacije, ki zahtevajo popolni nadzor nad nastavitvijo infrastrukture ter varnostjo.
 - Zunanji privatni oblak
 - Postavljen zunaj organizacije, pri enem izmed ponudnikov računalništva v oblaku.
 - Ponudnik mora zagotoviti popolno zaupnost.
 - Primerna za organizacije, ki ne želijo uporabljati javnega oblaka zaradi deljenja fizičnih resursov.
 - Primer: OpenStack, Eucalyptus, Microsoft Hyper-V Cloud...

Namestitveni modeli

- Hibridni oblak:
 - Kompozicija dveh ali več oblakov (privatnega ali javnega), ki ohranjajo unikatne entitete. Vežejo jih standardizirane tehnologije, ki omogočajo portabilnost podatkov in aplikacij (npr. cloudbursting za izenačevanje obremenitev med oblaki).
 - Običajno gre za razširitev privatnega oblaka z viri, ki jih ponuja javni oblak (v primeru da pride do nepričakovanega povečanja bremena).





SKLEP



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo
in informatiko