



INTRFEJSI ZA INTEROPERABILNOST U I4.0

Prof. dr Mirjana Misita, kab. 420, mmisita@mas.bg.ac.rs, prijem: sreda 13-14h



1. Platforma Industrije 4.0

- **RAMI4.0** – (Reference Architectural Model Industrie 4.0) referentni model za digitalizaciju u Industriji 4.0
- **RAMI4.0** – je trodimenzionalna mapa koja pokazuje najvažnije aspekte I4.0
- **RAMI4.0** – obezbeđuje da svi uključeni učesnici koji su imaju zajedničku perspektivu i razvijaju zajedničko razumevanje
- **RAMI4.0** – je uslužno orijentisana arhitektura
- **RAMI4.0** – kombinuje sve elemente i IT komponente kroz sloj i model životnog ciklusa
- **RAMI4.0** – razlaže kompleksne procesa u jednostavne pakete, uključiv i zaštitu podataka i IT bezbednost



RAMI 4.0

Slojevi

Poslovni

Funkcionalni

Informacioni

Komunikacioni

Integracija

Imovina/sredstva

Životni ciklus i tok vrednosti
IEC 62890

Hijerarhijski nivoi
IEC 62264//IEC 61512

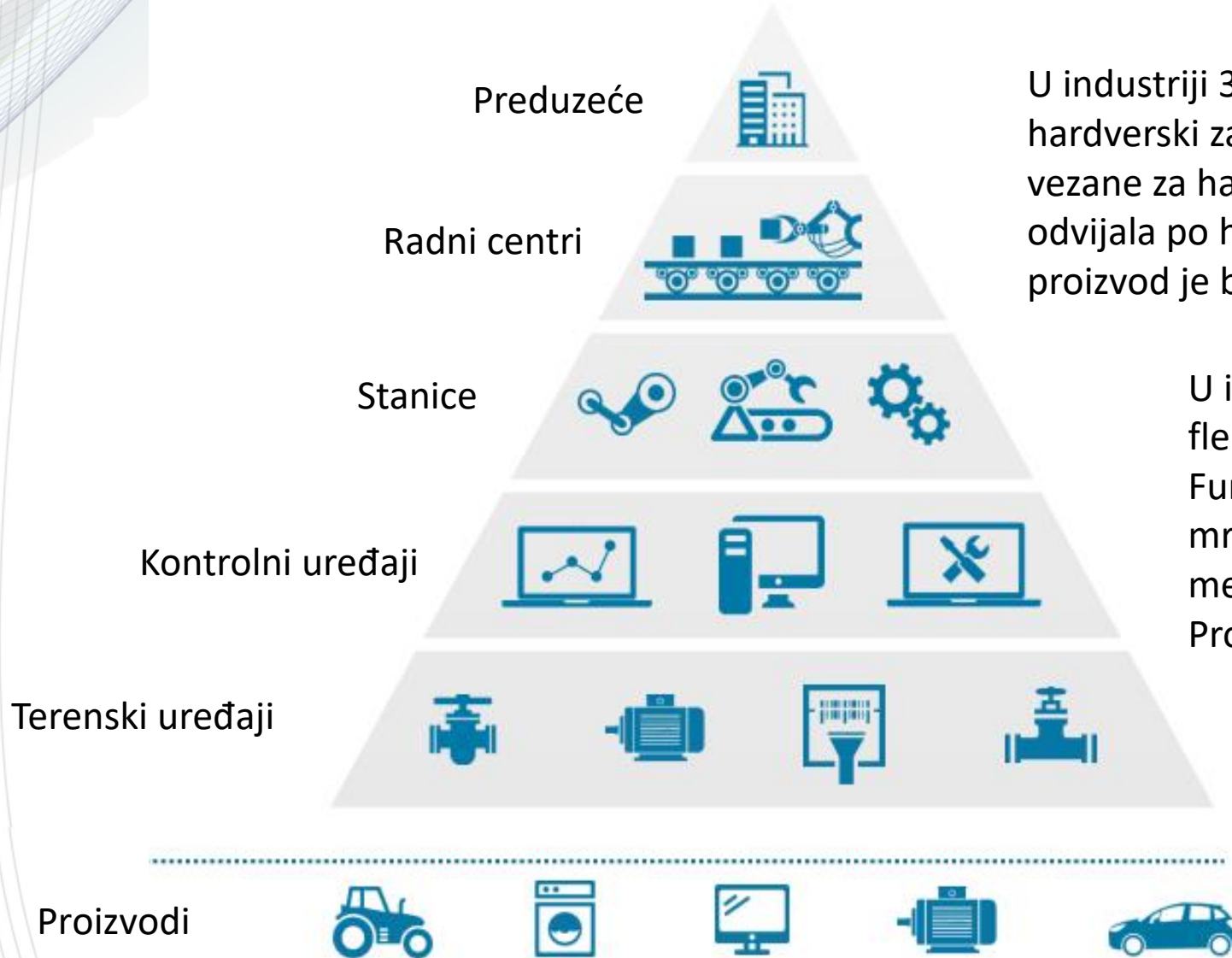
Razvoj Održavanje
Vrsta

Proizvodnja Održavanje
Instanca

Povezan svet
Preduzeće
Radni centri
Stanice
Kontrolni uređaji
Terenski uređaji
Proizvod

Izvor: <https://www.plattform-i40.de/>

OSA 1 – Hijerarhija: Fabrika



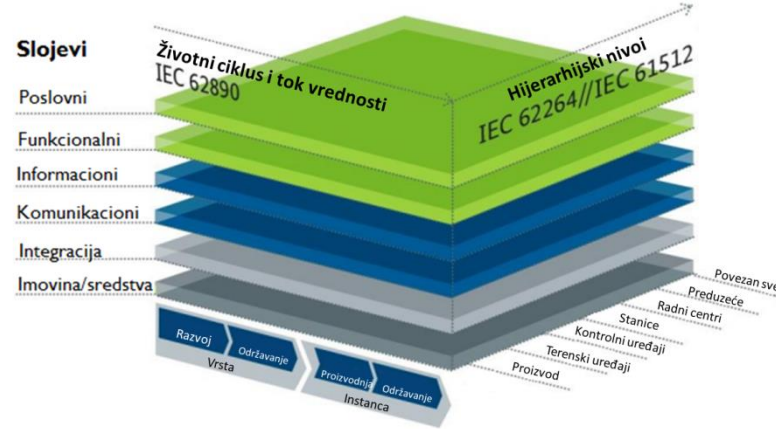
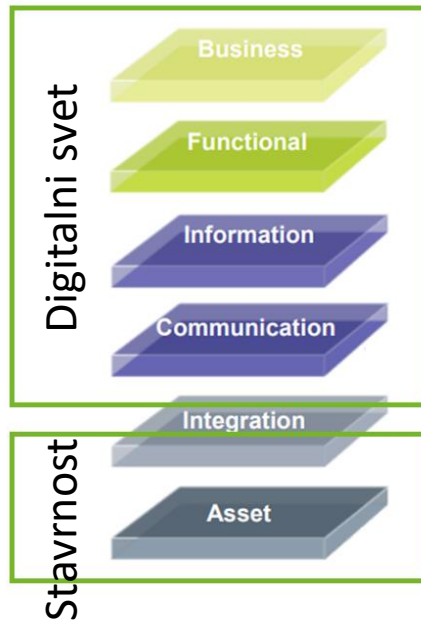
U industriji 3.0 org. struktura je bila hardverski zasnovana, funkcije su bile vezane za hardver, dok se komunikacija odvijala po hijerarhijskim nivoima i proizvod je bio izolovan.

U industriji 4.0 imamo fleksibilne sisteme i masine. Funkcije su distribuirane preko mreže. Komunikacija se odvija među svim učesnicima. Proizvod je sastavni deo mreže.



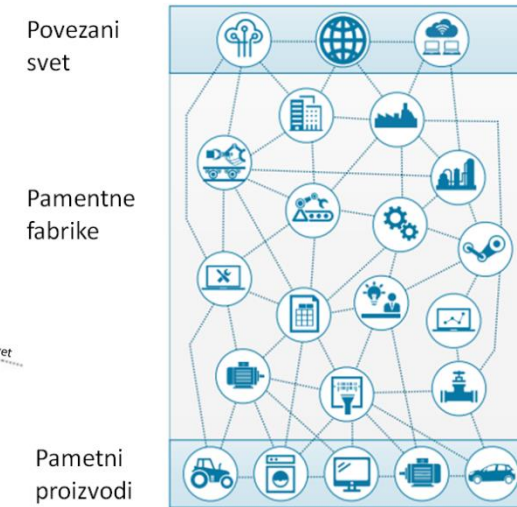
RAMI 4.0

Arhitektura



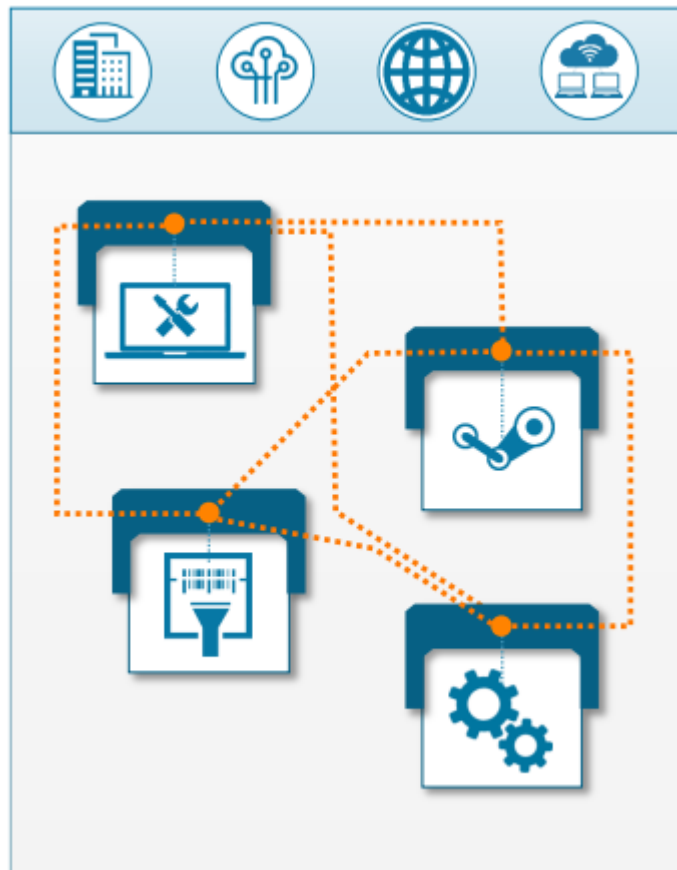
Žitovni ciklus proizvoda

Hijerarhija





Implementaciju **Rami 4.0** modela omogućava Administrativna školjka – IoT platforma



Karakteristike platforme:

- interfejs koji povezuje I4.0 sa fizičkim stvarima
- čuva sve podatke i informacije o proizvodnim sredstvima
- služi kao mrežni standardizovani komunikacioni interfejs
- integriše pasivna proizvodna sredstva



Admin školjka omogućava da:

- svaka fizička stvar ima svoju administraciju
- nekoliko sredstava mogu formirati tematasku jednicu sa zajedničkom administracijom

Stanica



Kontrolni uređaji



Terenski uređaji



2. IoT platforme



Najpoznatije IoT platforme:

- Microsoft Azure IoT
- SAP Cloud Platform
- Oracle Internet of Things
- Bosch IoT apartman
- Google Cloud Platform
- IBM- WATSON IOT
- Amazonove web usluge

Domaća rešenja:

WAVIoT-ova IoT platforma

Mainflux Labs-a

LoRaWAN®



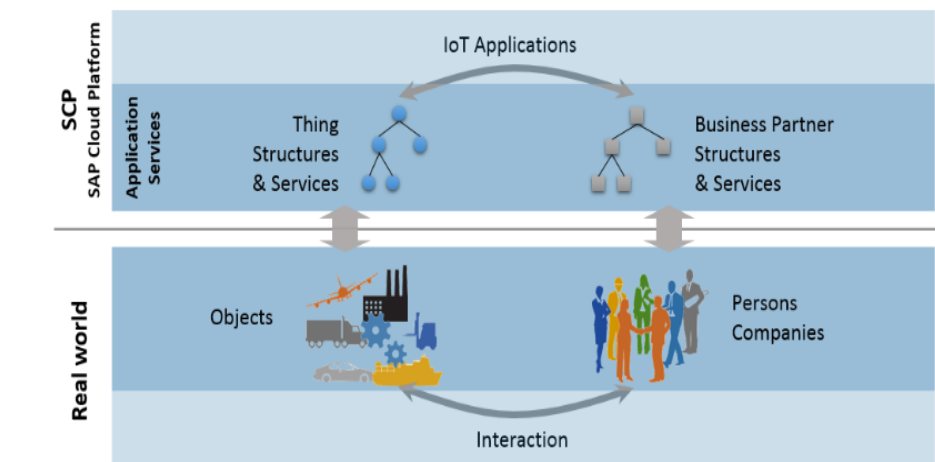
2.1. SAP Leonardo IoT

SAP Leonardo Internet of Things (IoT) predstavlja mrežu fizičkih objekata poznatih kao stvari koje se koriste za prikupljanje i razmenu podataka.

SAP Leonardo omogućava da se uspostavi model stvari, kompanije i uslužno osoblje u kompaniji i njihovi odnosi.

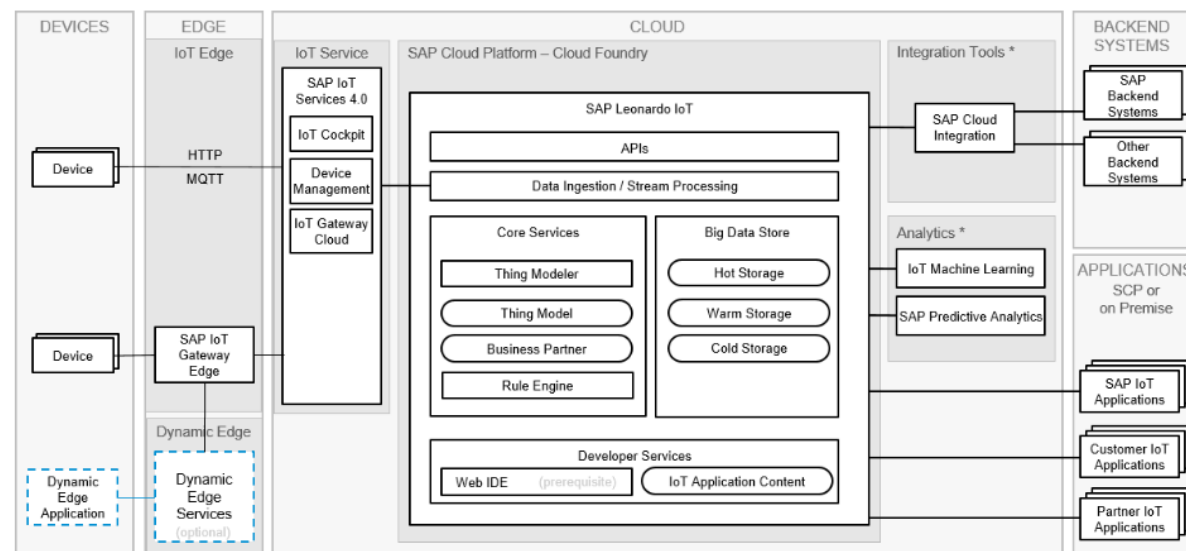
Takođe pruža kolekciju REST zasnovanih i OData- usluga radi efikasnog skladištenja i preuzimanja podataka za stvari, kompaniju i uslužno osoblje.

SAP Leonardo IoT



Najvažnije grupe usluga dostupnih u SAP Leonardo IoT prostoru su:

- Poslovni partner
- Lokacija
- Ovlašćenje
- Konfiguracija
- Stvar
- Događaj
- File



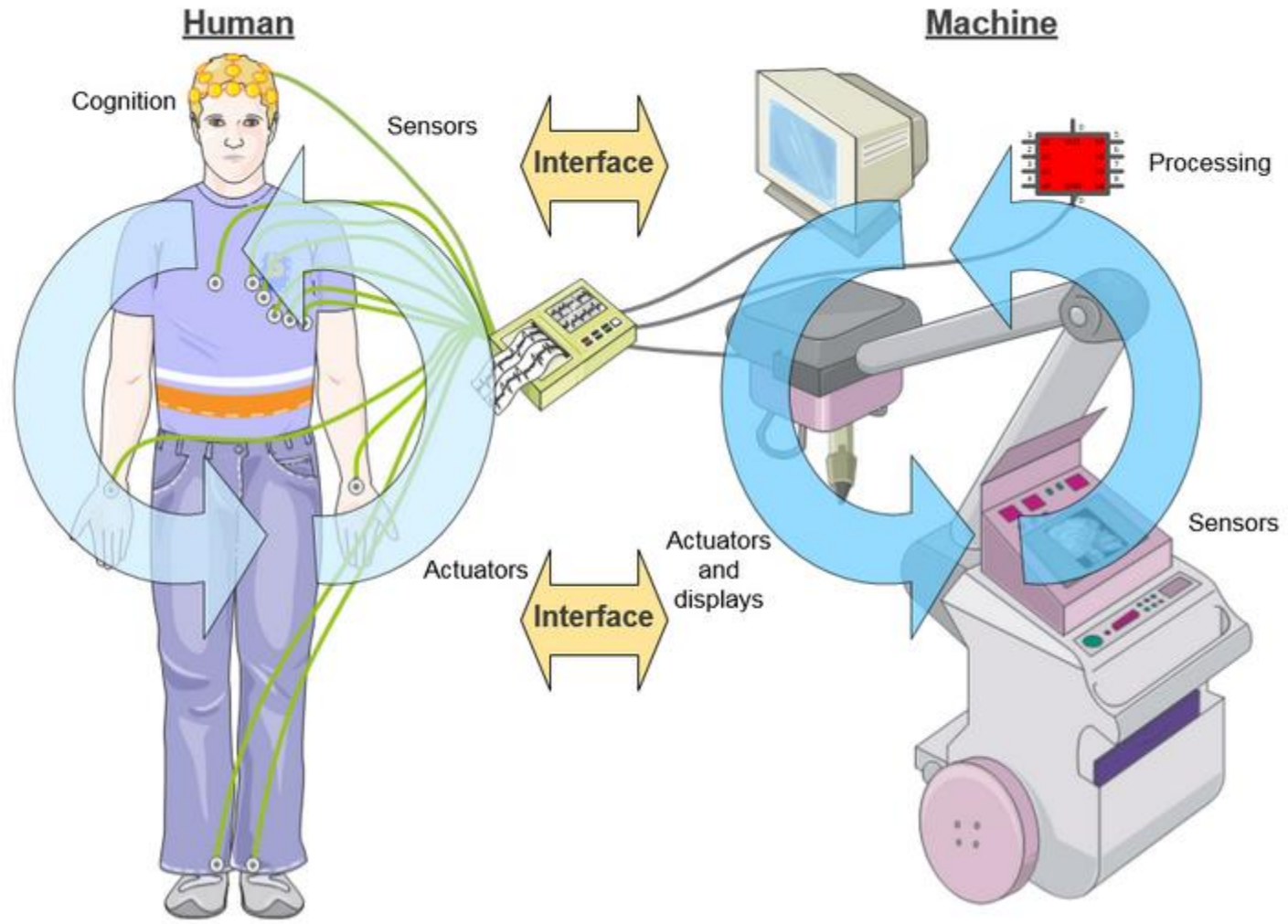
Arhitektura SAP Leonardo IoT



Koncept interoperabilnosti

- ***Interoperabilnost je sposobnost heterogenih sistema, da rade zajedno što je moguće bolje, kako bi informacije mogle da budu razmenjivane, odn. kako bi korisniku stajale na raspolaganju, a da pri tome nisu potrebne dodatne operacije za sporazumevanje dva sistema.***





Interakcija čovek - kompjuter



NIVOI I SLOJEVI INTEROPERABILNOSTI

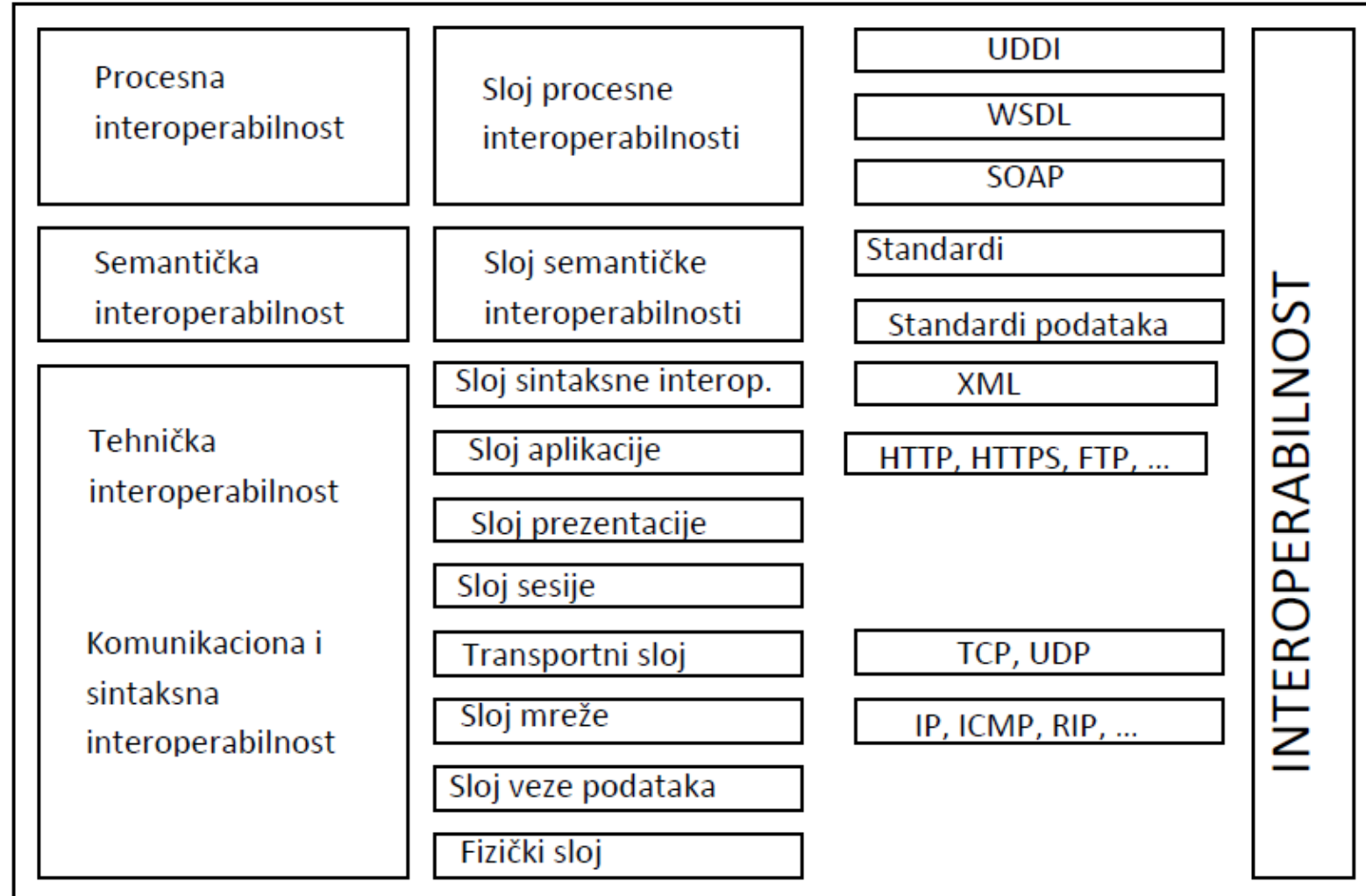
Interoperabilnost postoji na 3 nivoa (Mihajlović, 2018):

- Interoperabilnost **poslovnih sistema**,
- Interoperabilnost **aplikacija**, i
- Interoperabilnost **podataka**

Slojevi interoperabilnosti su (Mihajlović, 2018)



- 1. Tehnički sloj.** Tehnička interoperabilnost brine o tehnologiji, standardima, bezbednosti i pouzdanosti, strategijama koje se koriste za povezivanje računarskih sistema. Ulogu obuhvatanja tehničkih aspekata povezivanja informacionih sistema ima tehnička interoperabilnost, kao što su specifikacije interfejsa, usluge povezivanja, itd. Od infrastrukture i standardizovanih protokola koji su unapred definisani zavisi **komunikaciona interoperabilnost**, i može biti ostvarena primenom OSI (Open System Interconnection) modela. Razmenu sadržaja između različitih sistema ili softverskih [komponenti nezavisno od jezika u kome su implementirane obezbeđuje **sintaksna interoperabilnost**
- 2. Semantički sloj.** Semantička interoperabilnost se fokusira na sadržaj i poslovni kontekst transferisanih informacija. Sposobnost različitih sistema u procesu koje razmenjuju informacije i tumačenje njihovih značenja je semantička interoperabilnost.
- 3. Organizacioni sloj** - Organizaciona interoperabilnost brine o operacionalnoj i organizacionalnoj strukturi učestvujućih sistema. Poslovna usklađenost između sistema je organizaciona interoperabilnost. Efikasno povezivanje procesa u sistemu omogućava organizaciona interoperabilnost.
- 4. Procesni sloj** – zasniva se na primeni tehnika uspostavljanja veza između informacionih sistema primenom veb servisa.



Slika 3. Nivoi interoperabilnosti, (Mihajlović, 2018)



Lista tehničkih standarda interoperabilnosti-v.2.1, koja se bazira na korišćenju otvorenih standarda, s ciljem nezavisnog izbora alternativnih tehnologija u skladu sa potrebama u javnom sektoru/javnoj administraciji.

- Specifikacija pristup i prezentacija
- Specifikacija za oblast bezbednosti
- Specifikacija za oblast Web servisa
- Specifikacija za oblast pristupa i prezentacije namenjena osobama sa invaliditetom
- Poslovne usluge
- Integrisanje podataka
- Mrežni protokoli

Deo liste Stadnarda tehničke operabilnosti- Specifikacija pristup i prezentacija



Област	Ознака	Назив стандарда	Статус	Верзија
Презентација веб локације		<i>Guidelines for making web sites of state administration</i> – Смернице за израду веб презентација органа државне управе, аутономне покрајине и јединица локалне самоуправе Републике	Прихваћени	v 5.0
Презентација веб локације		<i>Criteria for evaluating web sites of state administration</i> - Критеријуми за оцењивање усклађености веб презентација органа државне управе у 2014. са „Смерницама за израду веб презентација органа државне управе Републике Србије в.5.0“	Прихваћени	
Отворени подаци	XML	<i>Extensible Markup Language</i> – Прошириви језик за означавање	Препоручени	v.1.0 пето издање
Отворени подаци	CSV	<i>Comma-Separated Values</i> – Запетом одвојене вредности	Препоручени	
Отворени подаци	JSON	<i>JavaScript Object Notation</i> - синтакса за складиштење и размену података	Препоручени	2014
Отворени подаци	OCDS	<i>Open Contracting Data Standard</i> – стандард који омогућава откривање података и докумената у свим фазама процеса уговарања дефинисањем заједничког модела података	Препоручени	v.1.1 2017
Приказ Веб садржаја	HTML	<i>HyperText Markup Language</i> – Стандардизовани језик за означавање хипертекста	Препоручени	v.4.01
Приказ Веб садржаја	HTML	<i>HyperText Markup Language</i> – Стандардизовани језик за означавање хипертекста	Препоручени	v.5.0
Приказ Веб садржаја	XHTML	<i>Extensible HyperText Markup Language</i> - Прошириви и компатибилни језик за означавање хипертекста	Препоручени	v.1.0
Приказ Веб садржаја	CSS	<i>Cascading Style Sheets</i> – Језик форматирања помоћу којег се дефинише изглед елемената веб странице	Препоручени	v.2.0

Tehnička interoperabilnost



- Tehnička interoperabilnost se odnosi na sva tehnička pitanja (tehnologiju, standarde i smernice) kojima se garantuje da će tehničke komponente informaciono komunikacionih sistema organa koji međusobno posluju biti u stanju da saraduju. Cilj jeste koordinacija i usklađivanje poslovnih procesa i informacionih arhitektura koje premošćavaju unutrašnje i međusobne organizacione granice.
- Tehnička interoperabilnost obuhvata infrastrukturu koja povezuju sisteme i usluge. Ona uključuje pitanja kao što su specifikacije interfejsa, interkonekcije, usluge integracije podataka, prezentacije i razmenu, sigurne komunikacione protokole i sl.
- U okviru tehničke interoperabilnosti napravljena je kategorizacija tehničkih standarda za podršku predložene arhitekture u domenima modeliranja procesa, podataka, arhitekture aplikacija, klijenata, prezentacija, komunikacije, povezivanja sa pozadinskom bazom i bezbednošću.



Projektovanje IS

- Projektovanje informacionog sistema svodi se na nalaženje odgovarajućeg modela realnog sistema. Realni sistem ne opisuje se u potpunosti **modelom podataka** jer model podataka prikazuje stanje u jednom trenutku i kako se ono može menjati.
- Potrebno je opisati i procese koji menjaju stanje sistema i formiraju izlaze iz sistema na osnovu poznatih ulaza. Procesni su međusobno povezani tokovima podataka, koji predstavljaju ulaze u pojedine podsisteme i module, odnosno, odgovarajuće izlaze iz podsistema i modula u okviru jednog informacionog sistema.
- Pri izvršavanju procesa vrši se transformacija ulaznih podataka u izlazne, koji predstavljaju rezultat izvršene obrade. Procesni se opisuju **modelom procesa**. Opisivanjem procesa opisuje se funkcionisanje realnog sistema. Cilj je da se uoče i opišu vitalne funkcije realnog sistema, jer svaka funkcija obuhvata jedan ili više povezanih procesa.
- Neophodno je uočiti da se on, kada se razvija informacioni sistem bilo kakvog organizacionog sistema, vezuje za **funkcije (u I4.0 za procese)**, a ne za organizaciju, jer su funkcije **postojanije**, a organizacija je podložna češćim promenama. Ovako se postiže to da se realizovani informacioni sistem što manje menja.



Metodologije za projektovanje toka podataka

Za projektovanje dijagrama toka podataka koriste se različite metodologije

- SSA, metoda strukturne systemske analize,
- BSP (Business System Planning), metoda planiranja poslovnog sistema,
- SDM (Systems Design Method), metoda systemskog projektovanja.

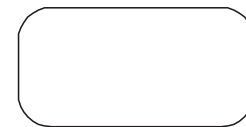


SSA (sistemska strukturna analiza)

- Strukturna sistemska analiza (SSA) je metodologija za modelovanje i specifikaciju informacionog sistema, odnosno softvera. SSA se koristi kao metodološki postupak dekompozicije sistema na podsisteme. Procesi obrade podataka se predstavljaju pomoću dijagrama tokova podataka.
- Svaki proces obrade inicira se nekim ulaznim tokom podataka, a obrada se specifikira logički jasno i jednoznačno tako da se dobijaju jednoznačno definisani rezultati. Pri obradi koriste se podaci iz baze podataka i ulazni podaci. Kada se koristi SSA metoda, model procesa najpogodnije se prikazuje dijagramom toka podataka (DTP).

Dijagramima toka podataka se prikazuju:

- funkcije (proces),
- tokovi podataka,
- izvori i odredišta podataka i
- skladišta podataka



- za funkciju i proces



- za tok podataka



- za interfejse (informacione čvorove izvor, odredišta podataka)

Slika 4. Elementi DTP



- za skladište podataka (baze podataka, datoteke)

Data Flow Diagram (DTP – dijagrami toka podataka)



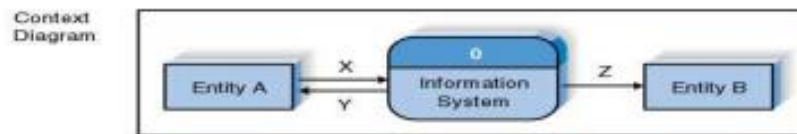
- **Dijagramom toka podataka** prikazuju se tokovi podataka između procesa obrade, izvorišta i odredišta, kao i internih skladišta podataka. Njihovo povezivanje treba da bude dovoljno detaljno i dovoljno jasno.
- Osnovni problem u opisivanju informacionih sistema je njihova složenost, pa ako bi se složeni sistem detaljno opisivao jednim dijagramom, dobio bi se vrlo složen i nejasan DTP. Zato se primenjuje hijerarhijski opis DTP.
- Hijerarhijski opis DTP se dobija dekompozicijom složenog sistema na više nivoa.
- Najviši nivo opisa je **dijagram konteksta**.



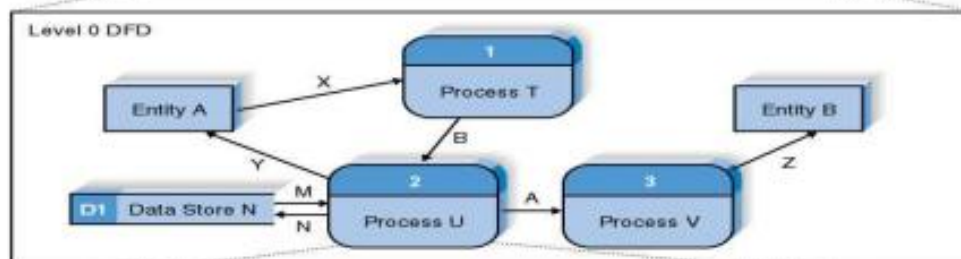
- Dijagram konteksta je najopštiji, pregledni dijagram kojim se ograničava nivo posmatranja, odnosno određuju granice funkcija ili procesa. Ponekad se na tom nivou ceo informacioni sistem tretira kao jedna funkcija.
- Sledeći niži nivo dobija se dekomponovanjem dijagrama konteksta. Dekompozicija se vrši tako što se jedan proces prikazan na dijagramu višeg nivoa predstavlja novim DTP na nižem nivou.
- Na nižim nivoima se mogu javiti nova skladišta podataka koja nisu bila prikazana na višem nivou. Pri tome se mora voditi računa da se održi bilans ulaznih i izlaznih tokova podataka.
- Dekompozicija se nastavlja dok se ne dobiju relativno proste funkcije koje dalje ne treba razlagati jer su u potpunosti jasne i njihovu logiku je lako opisati nekim prikladnim sredstvom. Na taj način složeni sistem se opisuje pomoću više dijagrama od kojih je svaki dovoljno jednostavan, pregledan i informativan.
- Model podataka i model procesa projektuju se nezavisno ili izrada modela podataka prethodi modelu procesa. Nezavisno projektovanje je moguće, jer kada se projektuje model podataka ne uzimaju se u obzir procesi koji će obrađivati bazu podataka. Projektovanje modela podataka može prethoditi ili biti paralelno projektovanju modela procesa, jer mnoge funkcije nisu kritične sa aspekta projektovanja. Sem toga, podaci su pretežno zajednički za ceo poslovni sistem, a funkcije su više lokalne (na primer, finasijska funkcija), pa model podataka doprinosi integraciji informacionog sistema



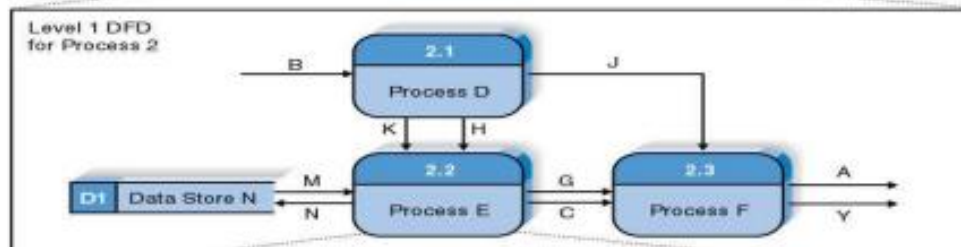
Dijagram konteksta



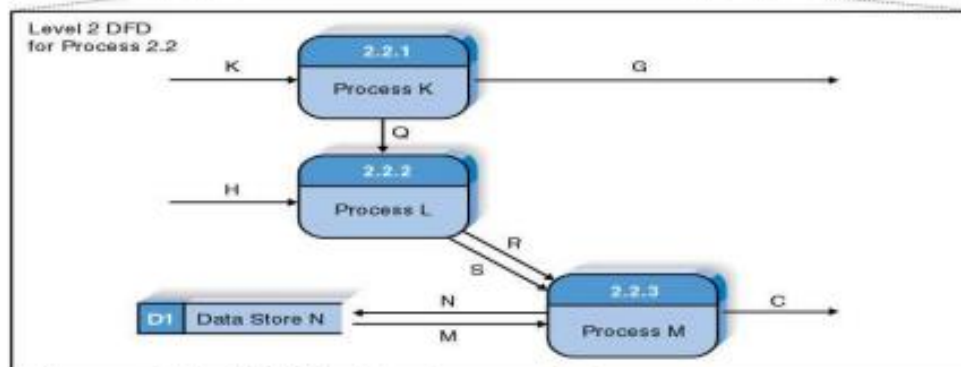
Dijagram nivoa 0



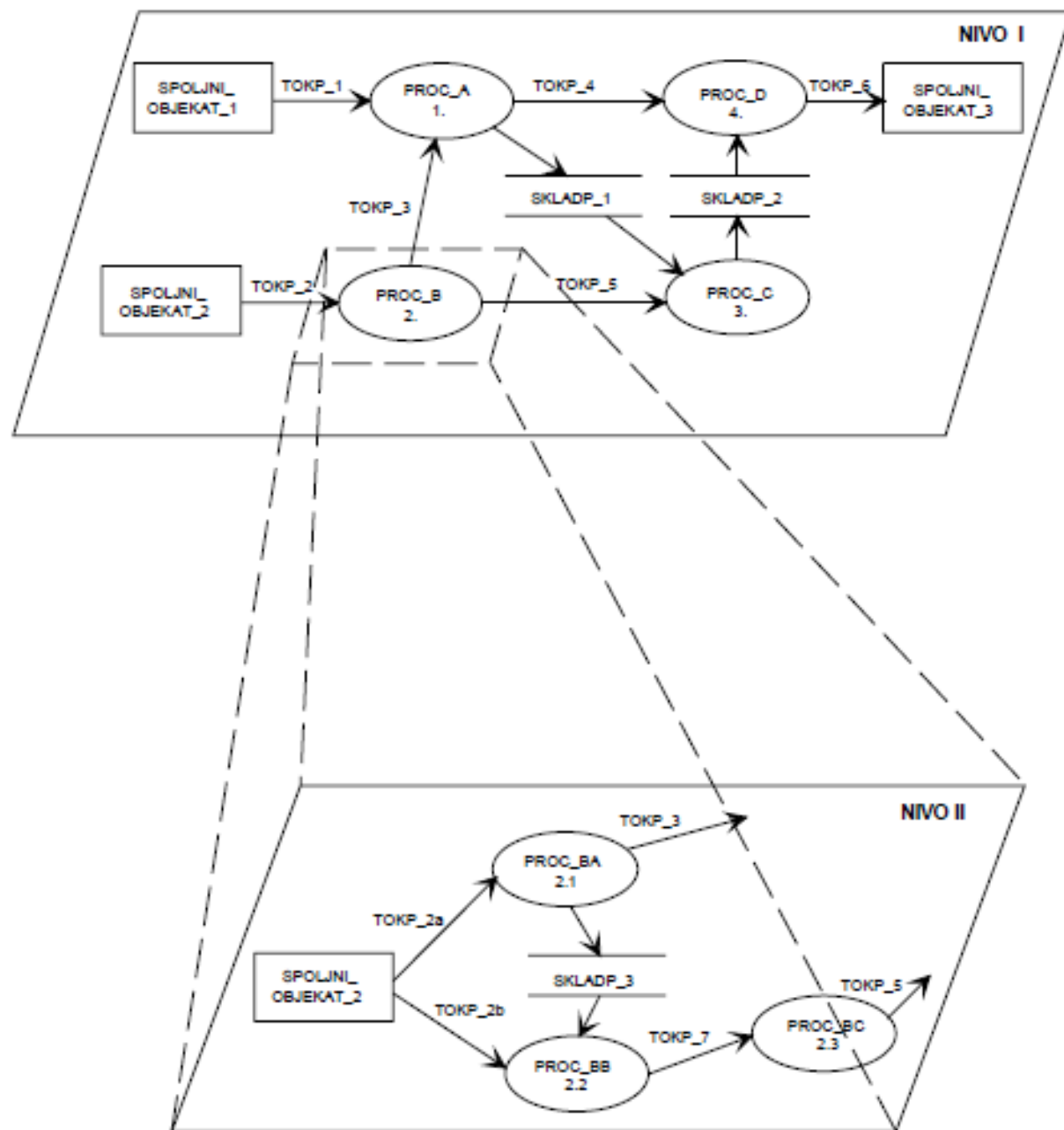
Dijagram nivoa 1



Dijagram nivoa 2



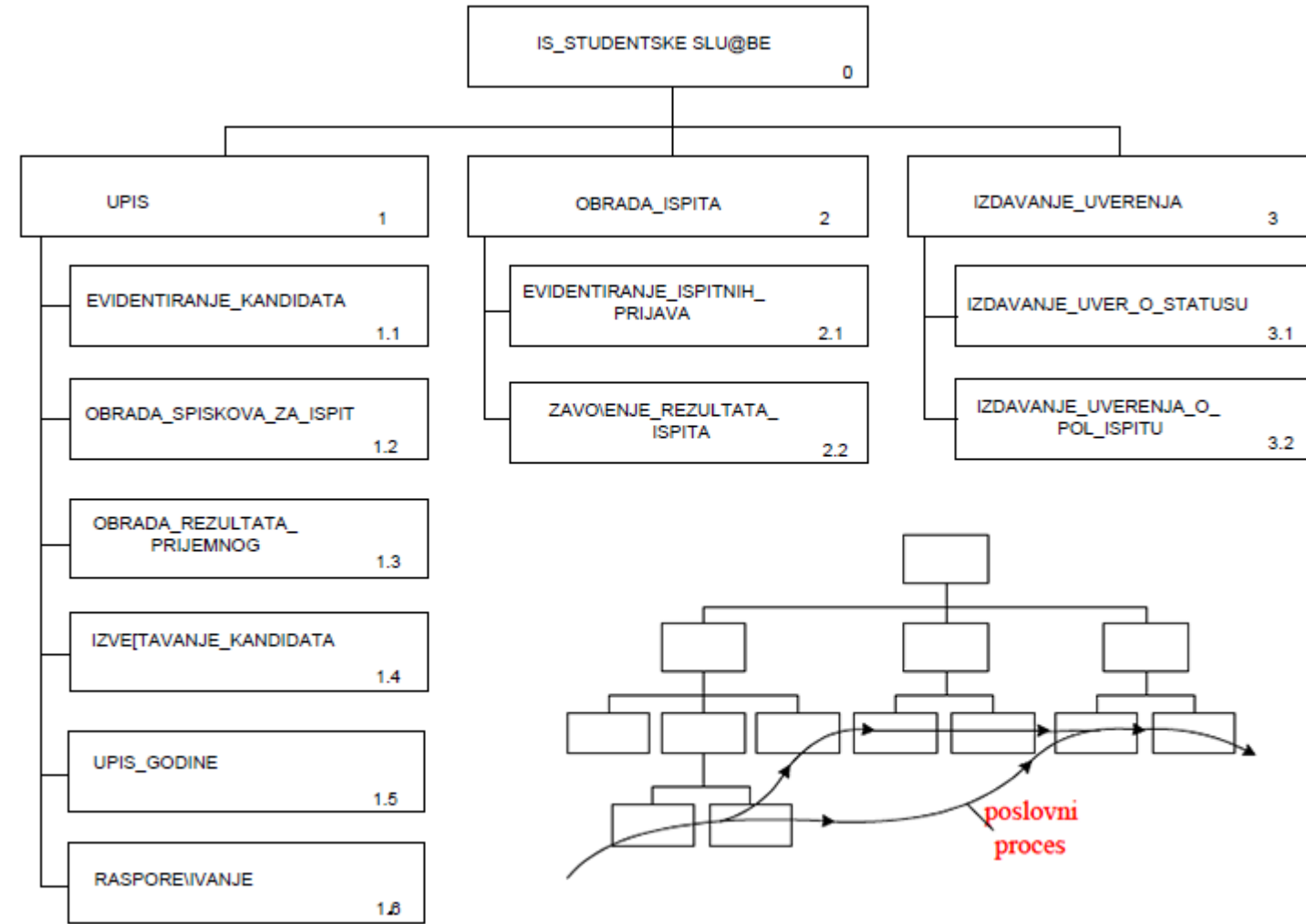
Baze podataka i SUBP - sistemi za upravljanje bazama podataka



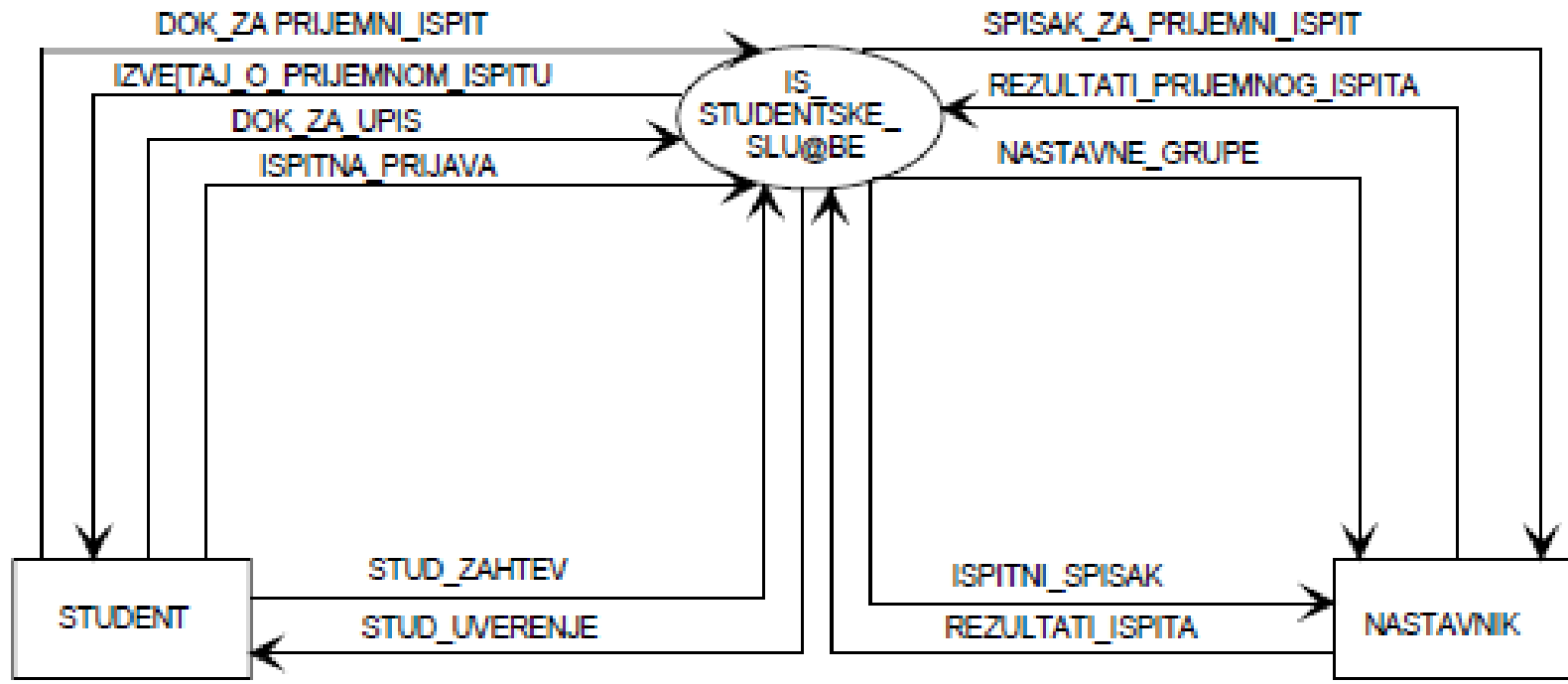
Slika 8. Dekompozicija DTP



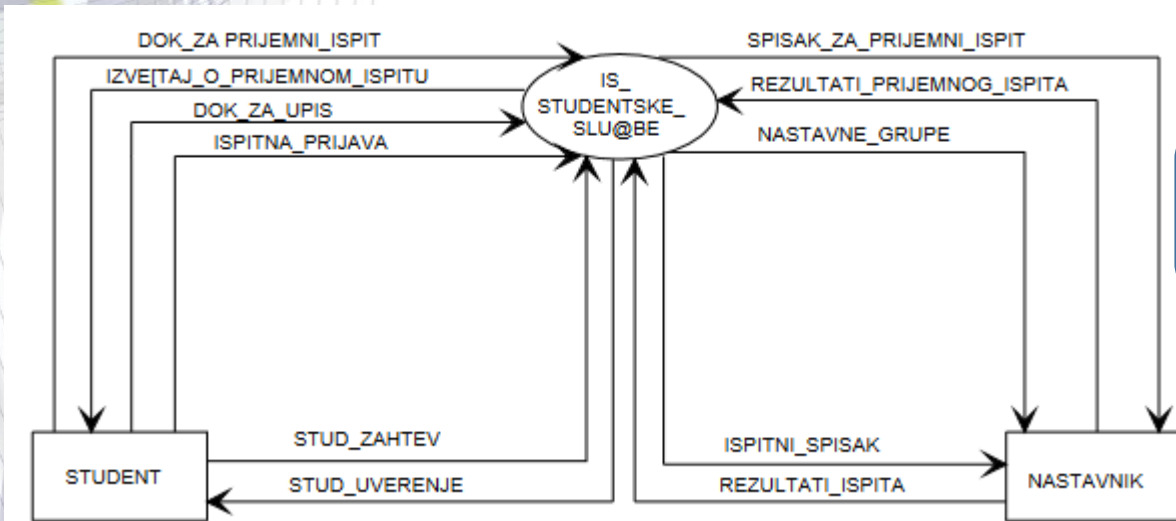
Hijerarijski dijagram dekompozicije DTP



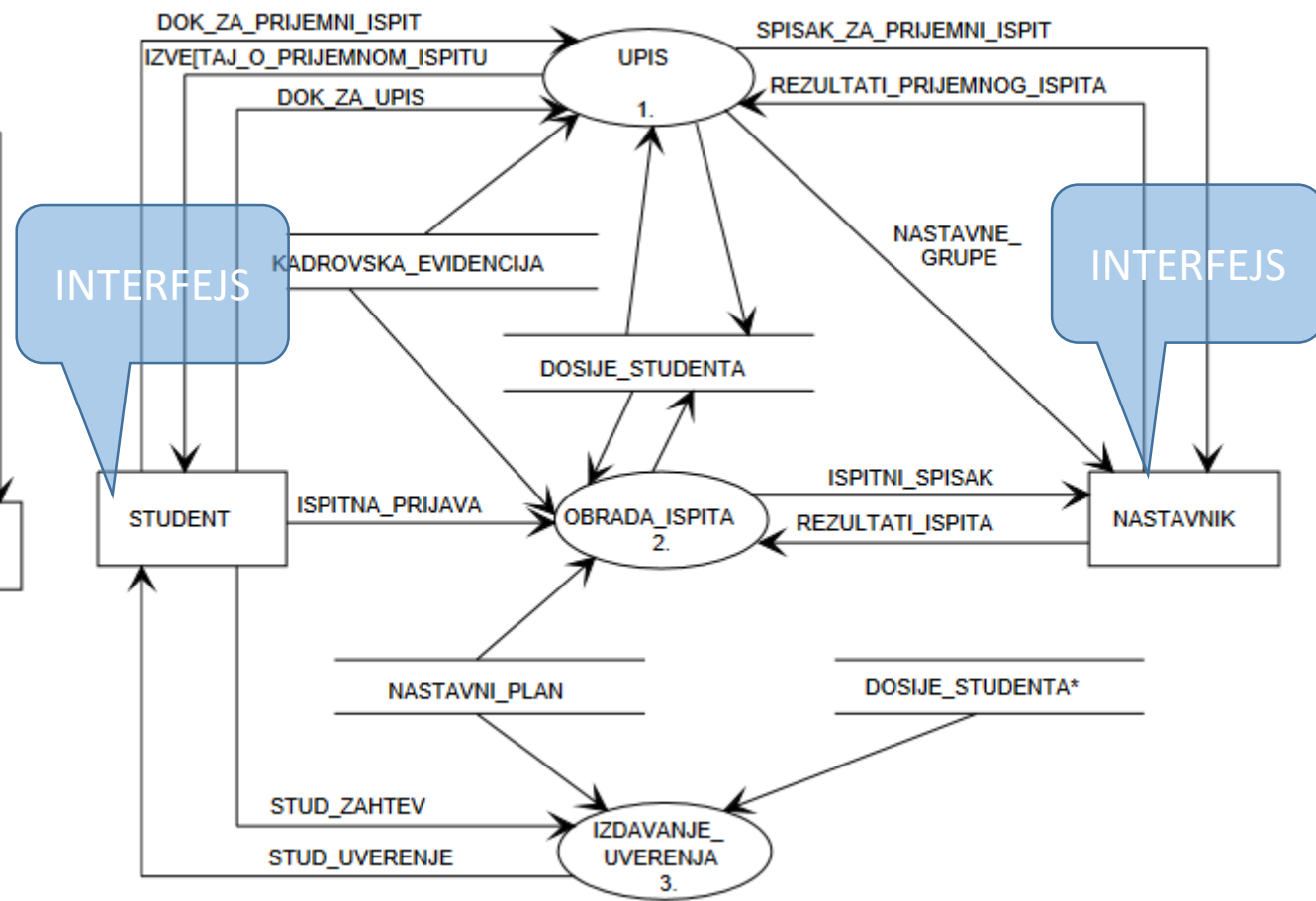
Slika 14. Dijagram dekompozicije



Slika 9. Dijagram konteksta IS studentske službe



Slika 6. Kontekst dijagram IS studentske službe



Slika 6. Dijagram prvog nivoa IS studentske službe



Формални модел правила за дијаграме тока података, представљен математичком нотацијом из (Rosziati & Siow, 2011) је надаље приказан:

Дефиниција 1:

Нека је D дијаграм тока података, тада је

$D = \{P, F, S, E\}$, где је

$P = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_m\}$ је коначни скуп процеса;

$F = \{f_1, f_2, f_3, \dots, f_m\}$ је коначни скуп токова података;

$S = \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_m\}$ је коначни скуп складишта података;

$E = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_m\}$ је коначни скуп ентитета;



Дефиниција 1 дефинише дијаграм тока података. Дијаграм тока података састоји се од скупа процеса, токова података, складишта података и ентитета.

Дефиниција 2:

Нека је C дијаграм контекста, тада је

$$C = \{ \langle e_i, f_j, p_l \rangle, \langle p_l, f_k, e_i \rangle \},$$

$$f_j \neq f_k, \forall 1 \leq i, j, k \leq m$$

Дефиниција 2 дефинише дијаграм контекста. Дијаграм контекста састоји се од тачно једног процеса и скупа ентитета и скупа токова података. Ток података може бити повезан од екстерног ентитета ка процесу и обрнуто, али то морају бити различити токови података. Складиште података не може бити садржано на дијаграму контекста.

Дефиниција 3:

За дато $D = \{P, F, S, E\}$,

процес p , где $p \in P$, је јединствен, и важи

$$\forall p_i, p_j \in P, p_i \neq p_j, 1 \leq i, j \leq m$$

Из Дефиниције 3, име процеса је јединствено. Иста правила важе и за токове података (Дефиниција 4), складишта података (Дефиниција 5) и ентитете (Дефиниција 6).

Дефиниција 4:

За дато $D = \{P, F, S, E\}$,

ток података f , где $f \in F$ је јединствен, и важи

$\forall f_i, f_j \in F, f_i \neq f_j, 1 \leq i, j \leq m$

Дефиниција 5:

За дато $D = \{P, F, S, E\}$,

складиште података $s \in S$ је јединствено, и важи

$\forall s_i, s_j \in S, s_i \neq s_j, 1 \leq i, j \leq m$

Дефиниција 6:

За дато $D = \{P, F, S, E\}$,

ентитет $e \in E$ је јединствен, и важи

$\forall e_i, e_j \in E, e_i \neq e_j, 1 \leq i, j \leq m$

Дефиниција 7:

За дато $D = \{P, F, S, E\}$,

и дијаграм контекста C , важи

$\forall f_i \in C, \exists f_j \in D, f_i = f_j, 1 \leq i, j \leq m$

Дефиниција 7 указује да сваки ток података који припада дијаграму контекста мора постојати и на дијаграму тока података. Исто правило важи и за ентитете (Дефиниција 8).

Дефиниција 8:

За дато $D = \{P, F, S, E\}$,

и дијаграм контекста C , важи

$\forall e_i \in C, \exists e_j \in D, e_i = e_j, 1 \leq i, j \leq m$

Дефиниција 9:

За дато $D = \{P, F, S, E\}$,

и за $\forall p_i, s_i, f_j, f_k \in D$, важи

$D = \{ \langle p_i, f_j, s_i \rangle \}$ и

$D = \{ \langle s_i, f_k, p_i \rangle \}, f_j \neq f_k, 1 \leq i, j, k \leq m$

Дефиниција 9 дефинише да за сваки ток података који иде од процеса до складишта података може постојати само различит ток података у смеру од тог складишта података до тог процеса.

Дефиниција 10:

За дато $D = \{P, F, S, E\}$, важи

$D = \{ \langle e_i, f_j, p_i \rangle \}$ и

$D = \{ \langle p_i, f_k, e_i \rangle \}, f_j \neq f_k, 1 \leq i, j, k \leq m$

Дефиниција 10 дефинише да за сваки ток података који иде од ентитета до процеса може постојати само различит ток података у смеру од тог процеса до тог ентитета.

Дефиниција 11:

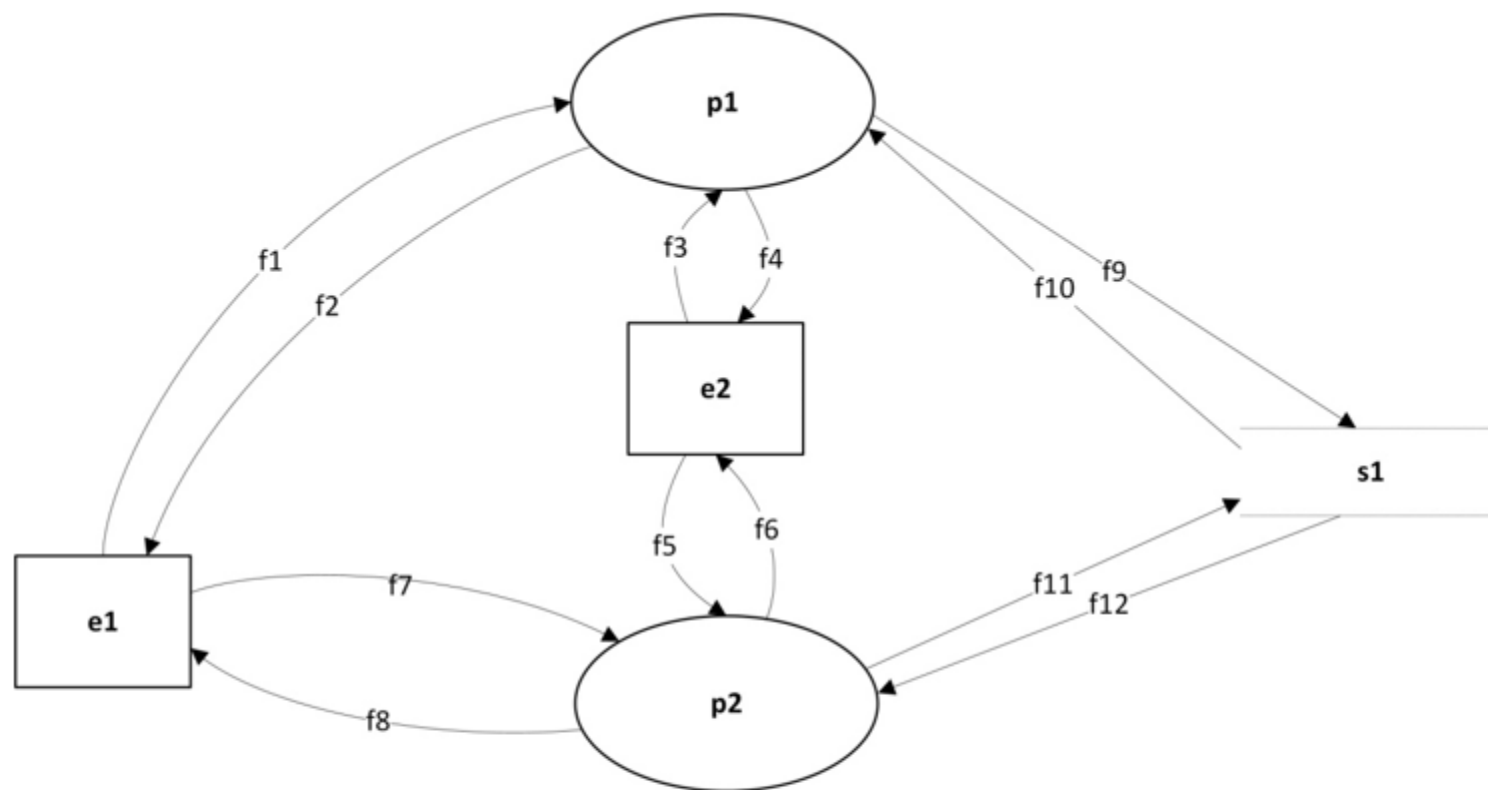
За дато $D = \{P, F, S, E\}$, и за

$\forall p_i, p_j, f_j, f_k \in D$, важи

$D = \{ \langle p_i, f_j, p_j \rangle \}$ и

$D = \{ \langle p_j, f_k, p_i \rangle \}, f_j \neq f_k, 1 \leq i, j, k \leq m$

Дефиниција 11 дефинише да за сваки ток података који иде од једног процеса до другог процеса може постојати само различит ток података у супротном смеру.



Слика 6: Дијаграм тока података, графички и формални запис

Формални запис дијаграма са слике 6: $D = \{ \langle e1, f1, p1 \rangle , \langle p1, f2, e1 \rangle , \langle e2, f3, p1 \rangle , \langle p1, f4, e2 \rangle , \langle e2, f5, p2 \rangle , \langle p2, f6, e2 \rangle , \langle e1, f7, p2 \rangle , \langle p2, f8, e1 \rangle , \langle p1, f9, s1 \rangle , \langle s1, f10, p1 \rangle , \langle p2, f11, s1 \rangle , \langle s1, f12, p2 \rangle \}$