

**Ljiljana V. Stanojević**

**Alempije V. Veljović**

***R A Z V O J  
METODOLOGIJE PROJEKTOVANJA  
POSLOVNE INTELIGENCIJE***

***Studijski primer visokobrazovne ustanove  
- Monografija -***

***DEVELOPMENT OF BUSINESS  
INTELLIGENCE METHODOLOGY***

***Case study - High Education Institution  
- Monograph -***

**Beograd, 2008. godine**

**Prof. dr Ljiljana V. Stanojević**  
**Prof. dr Alempije V. Veljović**  
**RAZVOJ METODOLOGIJE PROJEKTOVANJA POSLOVNE INTELIGENCIJE:**  
**Studijski primer visokobrazovne ustanove - Monografija**  
**DEVELOPMENT OF BUSINESS INTELLIGENCE METHODOLOGY:**  
**Case Study - High Education Institution - Monograph**

**Recenzenti:**

**Prof. dr Dragana Bečejski-Vujaklija,**  
Fakultet organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu  
**Prof. dr Dragan Milanović,**  
Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu

**Izdaje i štampa:**

Megatrend univerzitet, Beograd,  
Goce Delčeva 9a

**Za izdavača:**

Nevenka Trifunović, izvršni direktor

**Direktor izdavačke delatnosti:**

Dragan Karanović

**Lektura:**

Irina Milutinović

**Tehničko uređenje:**

Branimir Trošić

**Tiraž:**

120 primeraka

**Copyright:**

© 2008 Megatrend univerzitet - Beograd

**Izdavač zadržava sva prava.**

**Reprodukcija pojedinih delova  
ili celine ove publikacije  
nije dozvoljena!**

**ISBN 978-86-7747-331-0**

**СIP - Каталогизација у публикацији**  
Народна библиотека Србије, Београд  
327(075.8)

**СТАНОЈЕВИЋ, Љиљана, В., 1966-**

Razvoj metodologije projektovanja  
poslovne inteligencije : studijski primer  
visokobrazovne ustanove : monografija  
= Development of Business Intelligence  
Methodology : Case Study - High  
Education Institution : Monograph -  
Ljiljana V. Stanojević, Alempije V. Veljović.  
- Beograd : Megatrend univerzitet, 2008  
(Beograd: Megatrend univerzitet). - IX, 155  
str. : ilustr. ; 24 cm.

Tiraž 120. - Pojmovi: str. 135-141. -  
Napomene i bibliografske reference uz  
tekst. - Bibliografija: str. 149-155.

ISBN 978-86-7747-331-0

1. Уп. ств. насл. 2. Вељовић, Алемпије  
В., 1952- [autor]

a) Знање - Менаџмент - Модели  
COBISS.SR-ID 153232140

Odlukom Komisije za izdavačku delatnost Megatrend univerziteta,  
broj 273/51 (1.9.2008) rukopis je odobren za štampu  
i upotrebu u nastavi kao udžbenik.

# Sadržaj

<b>PREDGOVOR</b> .....	<b>VI</b>
<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. POSLOVNA INTELIGENCIJA</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1. OSNOVNE KOMPONENTE POSLOVNE INTELIGENCIJE</b> .....	<b>5</b>
2.1.1. POJAM SKLADIŠTA PODATAKA.....	5
2.1.2. VIŠEDIMENZIONALNA ANALIZA PODATAKA – OLAP.....	7
2.1.3. OTKRIVANJE ZNANJA U PODACIMA – <i>DATA MINING</i> .....	8
<b>3. OBJEKTNO ORIJENTISAN RAZVOJ SISTEMA POSLOVNE INTELIGENCIJE</b> .....	<b>11</b>
<b>4. DEFINISANJE ZAHTEVA</b> .....	<b>14</b>
<b>4.1. PRIKUPLJANJE ZAHTEVA</b> .....	<b>14</b>
4.1.1. PRIKUPLJANJE KORISNIČKIH ZAHTEVA.....	15
4.1.2. PRIKUPLJANJE IZVORNIH ( <i>SOURCE-DRIVEN</i> ) ZAHTEVA.....	33
4.1.3. ANALIZA OLTP PODATAKA .....	45
<b>4.2. IZRADA MODELA POSLOVNIH SLUČAJEVA UPOTREBE</b> .....	<b>45</b>
4.2.1. DIJAGRAM POSLOVNIH SLUČAJEVA UPOTREBE .....	46
4.2.2. DIJAGRAM POSLOVNIH AKTIVNOSTI.....	48
<b>5. OBJEKTNO ORIJENTISANA ANALIZA</b> .....	<b>57</b>
<b>5.1. IZRADA MODELA SISTEMSKIH SLUČAJEVA UPOTREBE</b> .....	<b>57</b>
<b>5.2. IZRADA KONCEPTUALNOG MODELA</b> .....	<b>61</b>
<b>5.3. IZRADA DIJAGRAMA INTERAKCIJE</b> .....	<b>66</b>
5.3.1. IZRADA DIJAGRAMA SEKVENCI.....	66
5.3.2. IZRADA DIJAGRAMA SARADNJE.....	71

<b>6. OBJEKTNO ORIJENTISAN DIZAJN .....</b>	<b>77</b>
<b>6.1. PRIPREMA PODATAKA ZA ANALITIČKO PROCESIRANJE INFORMACIJA .</b>	<b>78</b>
<b>6.2. IZRADA DIMENZIONOG MODELA.....</b>	<b>84</b>
<b>6.3. IZRADA DIJAGRAMA KLASA .....</b>	<b>94</b>
<b>7. IMPLEMENTACIJA .....</b>	<b>101</b>
<b>7.1. IZRADA SKLADIŠTA PODATAKA .....</b>	<b>101</b>
<b>7.2. PRIPREMA ANALIZE PODATAKA.....</b>	<b>113</b>
<b>7.3. IZRADA KORISNIČKOG INTERFEJSA .....</b>	<b>119</b>
7.3.1. ANALIZA PRIJEMA STUDENATA.....	121
7.3.2. ANALIZA ISPITA .....	124
7.3.3. ANALIZA USPEHA STUDIRANJA .....	127
7.3.4. ANALIZA VREDNOVANJE OBRAZOVANJA .....	129
<b>8. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>133</b>
<b>9. POJMOVI.....</b>	<b>135</b>
<b>10. SKRAĆENICE .....</b>	<b>143</b>
<b>11. PREGLED SLIKA.....</b>	<b>145</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>149</b>

## ***TABLE OF CONTENTS***

<b>FOREWARD .....</b>	<b>VIII</b>
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2. BUSSINESS INTELIGENCE .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. COMPONENTS OF BUSINESS INTELLIGENCE.....</b>	<b>5</b>
2.1.1. Data Warehouse Concept.....	5
2.1.2. Online Analytical Processing – OLAP.....	7
2.1.3. Data Mining .....	8
<b>3. OBJECT ORIENTED DEVELOPMENT OF BUSINESS INTELLIGENCE .....</b>	<b>11</b>
<b>4. EVALUATE NEEDS ASSESSMENT.....</b>	<b>14</b>
<b>4.1. NEEDS ASSESSMENT.....</b>	<b>14</b>
4.1.1. Useres Needs Assessment .....	15
4.1.2. Source-driven Assessment.....	33
4.1.3. Analyzing OLTP Data .....	45
<b>4.2. BUILDING BUSINESS USE CASE DIAGRAMS .....</b>	<b>45</b>
4.2.1. Business Use Case Diagrams .....	46
4.2.2. Business Activities Diagrams.....	48
<b>5. OBJECT ORIENTED ANALYSIS .....</b>	<b>57</b>
<b>5.1. MODELING SYSTEMS USE CASE.....</b>	<b>57</b>
<b>5.2. MODELING CONCEPTUAL MODEL .....</b>	<b>61</b>
<b>5.3. BUILDING INTERACTION DIAGRAM.....</b>	<b>66</b>
5.3.1. Building Sequence Diagram.....	66
5.3.2. Building Collabration Diagram .....	71

<b>6. OBJECT ORIENTED DESIGN.....</b>	<b>77</b>
<b>6.1. PREPARING DATA FOR ANALYTICAL PROCESSING.....</b>	<b>78</b>
<b>6.2. BUILDING DIMENSIONAL MODEL.....</b>	<b>84</b>
<b>6.3. BUILDING CLASS DIAGRAM.....</b>	<b>94</b>
<b>7. IMPLEMENTATION.....</b>	<b>101</b>
<b>7.1. BUILDING DATA WAREHOUSE.....</b>	<b>101</b>
<b>7.2. PREPARING DATA FOR ANALYSIS.....</b>	<b>113</b>
<b>7.3. BUILDING USER INTERFACE.....</b>	<b>119</b>
7.3.1. ENROLMENT ANALYSIS.....	121
7.3.2. EXAMS ANALYSIS.....	124
7.3.3. Analyzing success rates of course.....	127
7.3.4. EVALUATION OF EDUCATION PROCESSES.....	129
<b>8. CONCLUSION.....</b>	<b>133</b>
<b>9. GLOSSARY.....</b>	<b>135</b>
<b>10. LIST OF ABBREVIATIONS.....</b>	<b>143</b>
<b>11. LIST OF PICTURES.....</b>	<b>145</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>149</b>

# Predgovor

Usvajanjem Bolonjske deklaracije i izmenom zakona o visokom obrazovanju, visokoškolske institucije su se našle u situaciji da menjaju svoj dosadašnji način poslovanja i da se sve više okreću tržišnom načinu poslovanja. To je otvorilo vrata za primenu koncepta poslovne inteligencije kao značajnog oslonca za proces donošenja pravih i pravovremenih odluka neophodnih za uspešno poslovanje i upravljanje bilo kojom organizacijom, pa i visokoškolskom institucijom.

Dobrobiti poslovne inteligencije ogledaju se u mogućnosti sticanja prave slike o poslovanju, klijentima i konkurenciji. Kada su visokoškolske institucije u pitanju, primena poslovne inteligencije, pored pomenutih prednosti, donela bi manji pritisak na studentsku službu, potpunu sliku o studentima, uporedni pregled katedri i fakulteta, poboljšanje imidža katedri, fakulteta i univerziteta u celini, podizanje kvaliteta nastave, mnogo efikasniju marketinšku kampanju, veći udeo na tržištu (više upisanih studenata), veći prihod.

I pored svih prednosti koje sobom nosi, koncept poslovne inteligencije se nedovoljno koristi u sferi visokog obrazovanja. Iz tog razloga je i nastala ova monografija, kao prilog projektovanju koncepta poslovne inteligencije. Monografija je strukturirana u pet poglavlja.

U uvodnom razmatranju su definisane osnovne postavke poslovne inteligencije, gde je definisan pojam poslovne inteligencije (skladišta podataka, višedimenzionalne analize podataka i otkrivanje znanja u podacima), kao sastavnog dela savremenih informacionih sistema koji se koriste kao podrška odlučivanju.

Osnovni elementi metodologije projektovanja poslovne inteligencije prikazane u okviru ove monografije dati su u zasebnim poglavljima: definisanje zahteva, objektno orijentisana analiza, objektno orijentisan dizajn i implementacija.

*Definisanje zahteva* podrazumeva prikupljanje zahteva i izradu modela poslovnih slučajeva upotrebe. Prikupljanje zahteva vezano je za prikupljanje korisničkih zahteva i ono je realizovano korišćenjem standarda IDEF0, tj. CASE alat *BPwin*. U ovoj fazi objedinjuju se svi poslovni procesi i sve značajne aktivnosti vezane za nastavu, rad nastavnog osoblja i studente, i integrišu se sa sistemom menadžmenta kvalitetom, odnosno postavlja se osnova poslova visokoobrazovne ustanove. Na osnovu ovako široko postavljenog modela

poslova, u sledećem koraku izvršeno je prikupljanje izvornih zahteva korišćenjem standarda IDEF1X, tj. CASE alata ERwin, odnosno generisanje modela podataka. Drugi korak u definisanju zahteva je izrada modela poslovnih slučajeva upotrebe, gde se korišćenjem standarda UML definišu poslovni slučajevi upotrebe i odgovarajući poslovni dijagrami aktivnosti.

*Objektno orijentisana analiza* ima za cilj definisanje koncepta realnog sistema i u okviru ovog poglavlja opisana su tri osnovna koraka kojima se ona realizuje: izrada modela sistemskih slučajeva upotrebe, izrada konceptualnog modela i izrada dijagrama interakcije. Prvi korak – izrada sistemskog dijagrama upotrebe opisuje funkcionalnost sistema iz korisničke perspektive i predstavlja polazni korak za prikaz upotrebe sistema iz perspektive budućih korisnika. Sledeći korak je izrada konceptualnog modela kojim opisujemo domen realnog sistema i vezan je za dizajn buduće analitičke baze podataka i analizu podataka studije slučaja. Poslednji korak u ovoj fazi jeste izrada dijagrama interakcije, gde se dijagramima sekvenci i dijagramima saradnje definiše koncept redosleda koraka koje budući korisnik čini kada koristi analitičku bazu podataka.

*Objektno orijentisan dizajn* definiše buduće softversko rešenje i izvodi se u tri koraka: priprema podataka za analitičko procesiranje informacija, izrada dimenzionog modela i izrada dijagrama klasa. Prvi korak u ovoj fazi vezan je za pripremu podataka za analitičko procesiranje informacija i izvodi se ekstrakcijom podataka, gde se u OLTP bazi postavljaju upiti, potom čišćenje podataka i transformacija podataka korišćenjem integracionih servisa definisanih u SQL Serveru 2005. Sledeći korak je izrada dimenzionog modela, gde se izvodi definisanje hijerarhije elemenata i atributa, denormalizacija modela definisanjem tabela činjenica i tabela dimenzija i kreiranje agregacija, tj. sumarnih podataka. Treći korak – izrada dijagrama klasa, treba da omogući izradu budućeg softvera studije slučaja.

Poslednja faza predložene metodologije je *implementacija* u okviru koje su prikazani rezultati testiranja studija slučaja za poslove visokoobrazovne ustanove. U fazi testiranja korišćen je *MS SQL Server Business Intelligence Development Studio*.

U okviru ove monografije dat je i prikaz primene pomenute metodologije na primeru visokoškolske ustanove kao podrška njegovom uključivanju u evropske obrazovne procese.



# Foreward

Due to the implementation of the Bologna declaration and the change of Law on High education, high education institutions (colleges, faculties and universities) are placed in the position to change their present way of operating and change to the market economy. This paved the way to the application of the concept of business intelligence as an important cornerstone for the process of real decision making necessary for successful operations and managing any organization, including a high education one.

The benefits of business intelligence can be seen in the possibility of gaining a real insight into operations, clients and competition. Besides these benefits, in the case of high education institutions, the application of business intelligence would mean minor pressure on students' service sector, the whole picture of the students, possibility to compare departments and schools/faculties, the improvement of the image of department, faculties and university on the whole, improvement of the quality of teaching, a more efficient marketing campaign, a larger market share (higher number of the enrolled students), more profit, etc.

Besides all the advantages coming from this concept, business intelligence is not used enough in the sphere of high education. That is how this monograph came to be (was written), as an addition to the design of the concept of business intelligence. The monograph has five parts (sections).

The introductory part deals with the basics of business intelligence where the concept itself is defined (data storage, multidimensional data analyses and knowledge discovering in data) as an integral part of the contemporary information systems used as decision making support.

The basic elements of the business intelligence design methodology shown in this monograph are given in separate parts (sections): Defining The Requirements, Object Oriented Analysis, Object Oriented Design, and Implementation.

*Defining the Requirements* means collecting of requirements (gathering) and the design of the models of business use cases. Collecting of requirements is related to the collecting of the users' requirements and it is realized through the use of the IDEF0 standard, i.e. CASE tool *Bpwin*. This phase combines all business processes and all important activities related to teaching, work of

teaching staff and students, and are integrated to the quality management system. Thus the basis of the high education institution tasks is established. On the basis of such broadly established model of tasks, in the next step the user requirements are collected by the means of IDEF1X standard, i.e. CASE tools ERwin, i.e. generating of the data models. The next step in the requirements defining is the design of the models of business use cases, where by means of UML standard business use cases are defined as well as the appropriate business diagrams of activities.

*Object Oriented Analysis* has as its aim defining the concept of the real system and the three main steps through which this analysis is achieved are described: the design of the system use cases models, design of the conceptual models and interaction diagram. Step one – the design of the system diagram of use describes the functional aspect of the system from the user's perspective and is the stepping stone for the presentation of the system use from the perspective of the potential (future) users. The next step involves the design of the conceptual model which is used to describe the domain of the real system and is related to the design of the future analytic database and case study data analysis. The last step in this phase is the interaction diagram design where the concept of the order of the steps which the future used makes when using the analytical database is defined through sequence diagram and cooperation diagram.

*Object Oriented Design* outlines the future software solution and is done in three steps: data preparation for the analytical information processing, design of the dimensional model and design of the class model. The first step in this phase is related to the data preparation for analytical data processing and is done by data extracting from the OLTP database following by data cleaning and data transformation. The next step is the creation of the dimensional model, where the defining of the hierarchical elements and attributes is carried out, as well as de-normalization of the model through defining facts tables and dimension tables and creating aggregations i.e. summarized data. The third step, the design of the class diagrams, is to enable the design of the future case studies software.

The last phase of the given methodology is *implementation* within which the results of the case studies testing are shown for the tasks of a high education institution. In the testing phase the *MS SQL Server Business Intelligence Development Studio* is used.

This monograph presents the application of the methodology in the case of a high education institution as a support for its joining European educational processes.

# 1. Uvod

Veliki broj najrazličitijih baza podataka prisutnih u svim sferama poslovanja i velika količina podataka u njima, stvorili su potrebu za razvojem jednog novog koncepta koji bi omogućio da se iz tih podataka izvuku informacije značajne za proces donošenja poslovnih odluka. Tako je nastao koncept poslovne inteligencije. Njenu najveću vrednost predstavlja mogućnost integracije podataka iz nekoliko različitih izvora i izvlačenje informacija iz tih podataka značajnih za sve nivoe odlučivanja. Što je kvalitet ulaznih podataka bolji, to se stiče precizniji uvid u poslovanje same organizacije. Polazeći od te činjenice, metodologija koja je opisana u okviru ove monografije, obuhvata i razvoj informacionog sistema institucije, jer se mora već u fazi definisanja zahteva uzeti u obzir kasnija implementacija koncepta poslovne inteligencije. To podrazumeva paralelno modeliranje transakcione i analitičke baze podataka.

Modeliranjem transakcione baze podataka poslovni procesi su usko specijalizovani prema potrebama transakcione obrade podataka, tj. tekućim načinom rada u pojedinim službama (studentska služba...), gde baza podataka zadovoljava najmanje treću normalnu formu i gde su definisani svi potrebni šifarnici (koji čine preko 50% tabela u transakcionoj bazi podataka). Korisnička aplikacija za transakcione baze podataka mora biti optimizovana tako da se transakcije veoma brzo obave.

Pokušaj primene transakcionih baza podataka za donošenje poslovnih odluka pokazao se kao veoma spor, jer sami upiti su veoma složeni i sporo se izvršavaju, tako da menadžeri ne mogu dobiti trenutne informacije koje su potrebne za donošenje poslovnih odluka.

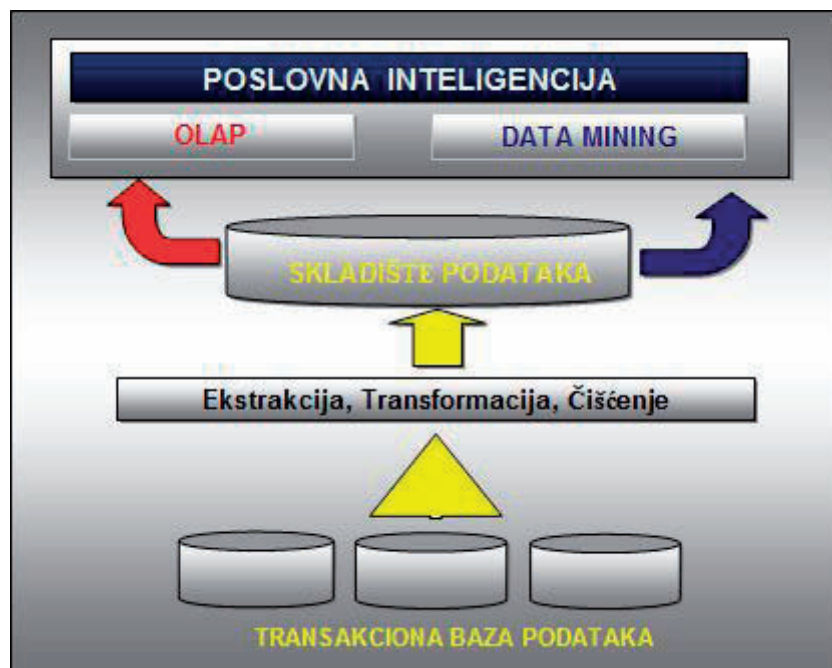
Imajući ovo u vidu, razvile su se analitičke baze podataka (skladišta podataka), gde je izvršena denormalizacija transakcione baze podataka, čime se pojednostavio model podataka. Postavljen je cilj da se napravi takva korisnička aplikacija prema analitičkim bazama podataka, koja će omogućiti da donosioci odluka bez pomoći inženjera vrši brze analize nad podacima i da rezultati tih analiza budu korišćeni u procesu donošenja poslovnih odluka. Takav koncept je u savremenoj literaturi poznat je pod nazivom poslovna inteligencija.

## 2. Poslovna inteligencija

Poslovna inteligencija predstavlja opštu kategoriju aplikacija i tehnologija čiji je cilj prikupljanje, skladištenje, analiza podataka i pružanje preciznih informacija donosiocima odluka na svim nivoima. Iako važan deo savremenih informacionih sistema, i dalje se ne koristi uopšte ili koristi delimično u velikoj većini kompanija širom sveta. Jedan od razloga je nedostatak standardizovanih paradigmi u oblasti metodologije koja se koristi u projektovanju poslovne inteligencije.

Komponente poslovne inteligencije su:

- skladište podataka (*Data Warehousing*),
- OLAP (*On-line Analytical Processing*) i
- otkrivanje „znanja“ u podacima (*Data Mining*).



Slika 2.1 – Koncept poslovne inteligencije

Svaka organizacija akumulira podatke u raznim vrstama informacionih sistema, dokumentima, poslovnim knjigama i na drugim nosiocima informacija. Procesiranje tih podataka, pronalaženje skrivenih relacija među njima, identifikacija novih mogućnosti za bolje poslovanje, odnosno transformacija podataka u informacije i znanje, predstavljaju značajan razvojni potencijal svake organizacije.

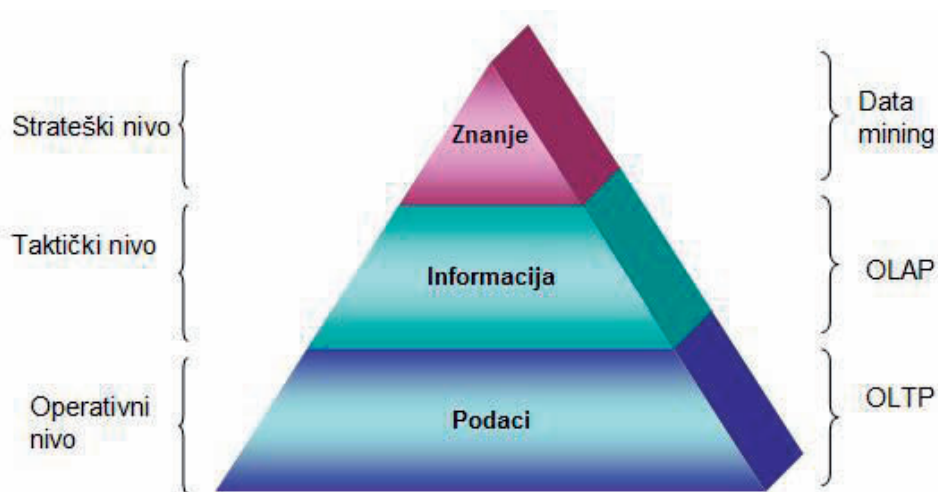
Koncept poslovne inteligencije koristi: podatke, informacije i znanje. Ovi pojmovi nalaze se u međusobnim odnosima logičke nadređenosti i podređenosti, odnosno logičke hijerarhije, što je prikazano na slici 2.1.

Pod *podacima* se podrazumevaju detalji o raznim stvarima, događajima i transakcijama, koji su strukturirani, klasifikovani i memorisani, ali nisu organizovani na način da imaju neko konkretno značenje. Podaci mogu biti numeričkog ili alfa numeričkog tipa, figure, zvukovi ili slike.

*Informacije* su podaci koji su organizovani tako da imaju neko značenje za onog ko ih prima. Primalac informacije interpretira to značenje i iz njih izvodi zaključke. Da bi podaci dobili neko značenje za određenu akciju ili odluku, oni se prvo procesiraju. Tek ovakvi podaci mogu imati značaja u procesu odlučivanja.

*Znanje* se sastoji od podataka organizovanih na način da prenose razumevanje i iskustvo, akumulirano učenje i ekspertize u okviru ciljnog problema. Znanje predstavlja skup podataka procesiranih sa ciljem da izvuku kritične implikacije i reflektuju iskustva iz prošlosti .

Informacije su ključni faktor u donošenju odluka na bilo kom nivou, počev od operativnog, preko srednjeg, do strateškog nivoa odlučivanja. S obzirom na važnost svake odluke, informacije na bazi kojih se one donose moraju biti potpune, pravovremene i precizne. Međutim, put od podataka do informacija i konačno do mogućnosti predviđanja budućih poslovnih poteza (odnosno otkrivanje znanja u tim podacima), nije nimalo lak. Razvoj koji se desio na ovom polju u proteklih nekoliko godina prikazan je na slici 2.2.



Slika 2.2 - Logička hijerarhija podataka, informacija i znanja<sup>1</sup>

U početku razvoja informacionih sistema, transakcione baze podataka (OLTP) omogućavale su unos podataka i postavljanje upita nad tim podacima, generisanje izveštaja i dijagrama. Kako je količina podataka u bazama podataka rasla, svako generisanje složenih upita dovelo je u pitanje osnovnu namenu transakcione baze podataka – a to je unos podataka, usporavajući njen rad. Stoga je sledeći logičan korak bio razdvajanje svakodnevnih operativnih procedura od zahteva za analizom podataka i razvoja alata koji bi omogućili analizu dobijenih rezultata i samim tim podržali (sa informatičke tačke gledišta) proces donošenja odluka. Tako je nastalo skladište podataka, kao zasebno dizajnirana višedimenziona baza podataka čija je osnovna namena bila da izdvoji i „pročisti“ podatke iz transakcione baze, u cilju da te podatke učini dostupnim za dalju analizu korišćenjem OLAP tehnologije (mogućnost postavljanja višedimenzionih upita). Za razliku od SQL upita, koji se postavljaju nad transakcionom bazom i koji daju odgovor na pitanje šta se nalazi u bazi podataka, OLAP ide korak dalje i ulazi u sferu značenja podataka i daje odgovore na pitanja da li su neke pretpostavke koje su izdvojene iz baze podataka istinite. Odnosno, OLAP stvara seriju hipotetičkih zakonitosti i veza između podataka i koristi sisteme upita da ih potvrdi ili opovrgne.<sup>2</sup> OLAP pristup omogućio je svrsishodniji pristup

<sup>1</sup> Panian, Ž., „Odnosi s klijentima u e-poslovanju“, *Sinergija*, 2003, str. 193.

<sup>2</sup> Ćirić, B., „Poslovna inteligencija“, Data Status, Beograd, 2006.

korporativnim podacima, organizujući ih i pristupajući im kao dimenzijama koje reprezentuju poslovne faktore (kao što su vreme, proizvodi, geografski regioni ili tržišni segmenti). To je omogućilo da se podaci predstave u poslovnom kontekstu, odnosno da se dođe do informacija koje će podržati proces donošenja odluka. Osnovnu prednost koju je donela OLAP tehnologija u odnosu na SQL upite, jeste mogućnost interaktivnog ispitivanja različitih poslovnih faktora kroz generisanje višedimenzionih upita.

Porastom količine podataka u bazama podataka, rastao je i broj varijabli koje bilo je potrebno uključiti u proces analize podataka, samim tim i u proces donošenja odluka. U cilju da se podrži proces strateškog odlučivanja i omogući kompanijama da dođu do informacija kojima će obezbediti kompetitivnu prednost, razvijene su procedure automatske analize podataka, koje su omogućile pronalaženje skrivenih zakonitosti u velikim skupovima podataka, odnosno ekstrakciju „znanja“ iz podataka. Te procedure, koje objedinjavaju statističke metode, komponente veštačke inteligencije, mašinskog učenja i vizualizacije podataka, nazivaju se *data mining* ili otkrivanje znanja u podacima.

## **2.1. Osnovne komponente poslovne inteligencije**

### **2.1.1. Pojam skladišta podataka**

Centralno mesto čitave strategije poslovne inteligencije pripada skladištu podataka. Skladište podataka (*Data Warehouse*) je posebno dizajnirana, analitička baza podataka u kojoj se čuvaju podaci prikupljeni iz internih ili eksternih izvora, i koja omogućava složene, unapred nepredviđene (ad-hoc) pristupe velikom broju različitih podataka<sup>3</sup>.

*Warehousing* koncept je skladištenje agregiranih, ekstrahovanih i filtriranih podataka u metabaze, koje omogućavaju slojevit, multi-dimenzionalni pristup podacima, kakav je potreban za donošenje odluka najvišeg strateškog nivoa.

Centralizacija podataka je neophodna kako bi se korisnicima omogućili pristup i analiza informacija kojima je inače jako teško prići u transakcionim bazama podataka.

---

<sup>3</sup> Veljović, A., „Relacione i analitičke baze podataka“, Megatrend univerzitet, 2004, str. 136.

Skladište podataka pripada više-dimenzionim bazama podataka koje su izrađene na osnovama dimenzionog modela. Prema idejnom tvorcu Inmonu (*W. H. Inmon*), skladište podataka predstavlja onaj oblik baze podataka kojem su svojstvena četiri elementa:<sup>4</sup>

- usmerenost predmetima (funkcionalnim područjima),
- sadržajna nepromenljivost,
- integrisanost,
- vezanost uz vreme (vremenska određenost).

Subjektivno orijentisana znači da je fokusirana na određene teme, tj. organizacione aktivnosti ili procese odlučivanja. U okviru svake teme nalaze se podaci o onim entitetima koji su bitni za donošenje specifične poslovne odluke. Integrisanost podrazumeva da je reč o centralizovanoj bazi podataka koja sadrži podatke iz različitih izvora internih ili eksternih. Integrisanost dalje znači i upotrebu konvencije imena, domenskih ograničenja, i drugo. Vremenska zavisnost se ogleda u zavisnosti podataka od vremena. Nepromenljivost znači da se skladište podataka ne menja permanentno, već se samo periodično dopunjuje novim operativnim podacima.

Ovde se kao ključne osobine izdvajaju vremenska dimenzija i kvalitetno razrađen pristup prema pravilima transformacije poslovnih, transakcionih i drugih podataka u skladište podataka.

Za skladištenje podataka većinom se izrađuje dimenzioni model, za razliku od transakcionih baza podataka koje uvek imaju relacioni model podataka, temeljen na objektima i njihovim odnosima. Dimenzioni model skladišta podataka daje bolje mogućnosti vizualizacije podataka, što je, s obzirom na namenu skladišta, velika prednost. Upravo mogućnost lake vizualizacije podataka koji su po svojoj prirodi apstraktni, jest ključ razumevanja i prihvaćanja dimenzionog modela podataka. Modeli podataka transakcionih sistema prikazuju poslovne objekte i njihove međusobne odnose koji proizlaze iz poslovnog procesa. Dvodimenzionalni tabelarni modeli transakcionih sistema prikladniji su za praćenje odnosno upravljanje poslovnim procesom, a dimenzioni modeli skladišta podataka za izveštavanje o rezultatima poslovnih procesa.

Oba modela, dimenzioni i objektni, sposobna su da prihvate i opišu isti skup podataka i iz njih naprave isti skup izveštaja ili obave istu analizu. Osnovna

---

<sup>4</sup> Inmon, W., I., William H., „Building the data warehouse“, Wiley, 1992, str. 9-10.



razlika je u predstavljanju podataka. Dimenzioni model pristupa odozgo nadole, jer je usmeren na konkretno pitanje na koje je menadžer tražio odgovor, a objektni model pristupa odozdo nagore, prikazujući osnovne objekte potrebne pri upravljanju odnosno vođenju poslovnog procesa.

### 2.1.2. Višedimenzionalna analiza podataka – OLAP

Ključ uspeha koncepta poslovne inteligencije leži u mogućnosti da poslovnim korisnicima, za potrebe donošenja poslovnih odluka, omogući brz i lak pristup informacijama koje se nalaze u skladištima podataka, a koje su neophodne za generisanje višedimenzionih upita, kakvi se najčešće postavljaju u procesu odlučivanja. Jedan od načina da se pristupi tim informacijama je korišćenje tehnologije interaktivnog analitičkog procesiranja – OLAP (*Online analytical processing*). OLAP je najvažnija i najviše korišćena komponenta poslovne inteligencije u te svrhe.

Po Paueru (*Power*)<sup>5</sup>, Najdžel Pends (*Nigel Pendse*) je OLAP definisao kao alat koji obezbeđuje brz i konzistentan, interaktivni pristup zajedničkim (*shared*) višedimenzionalnim informacijama i njihovu analizu. U praksi, višedimenzionalni upit znači dobiti jedan odgovor na upit tipa: „šta, zašto i šta-ako“.

Osnovne karakteristike koje poseduje svaki OLAP alat su: višedimenzionalnost, drill-down, rotacija, kao i više načina za pregled informacija.

*Višedimenzionalnost* je osnovna karakteristika OLAP alata, koja omogućava višedimenzionalne analize, tj. daje mogućnost korisniku da determinante poslovanja vidi i analizira u preseku dimenzija koje opisuju te determinante. Ljudima je prirodno da posmatraju poslovne pojave kroz dimenzije. Ako se pojava prati u tri dimenzije, reč je o kocki, a u više dimenzija o hiperkocki. Svakoj dimenziji kocke pripada jedan parametar pojave. Svaka tačka u kocki ima tačno određene vrednosti svake posmatrane dimenzije.

Na slici 2.3 prikazan je jedan primer višedimenzionalne OLAP kocke.

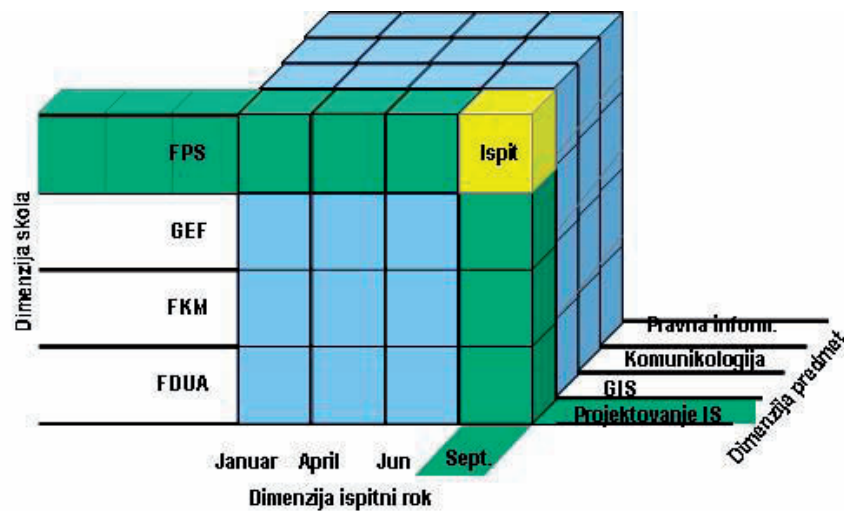
*Drill-down/up* – predstavlja analitičku tehniku koja omogućava korisniku da se kreće po nivoima agregacije podataka, tj. od najvišeg nivoa do odgovarajućih detalja podataka na najnižem nivou. Ova funkcionalnost je

---

<sup>5</sup> Power, D. J., „What is DSS“, DSS Star , The On-Line Executive Jurnal for Data Intensive Decision Support, October 21, 1997, Vol. 1, No. 3.

moćuća za dimenzije koje poseduju hijerarhiju. U skladištu podataka, takođe, moraju postojati odgovarajući agregati definisani za tu hijerarhiju, kako bi ova operacija bila brza i efikasna.

*Rotacija* je karakteristika OLAP alata, koja omogućava pogled na podatke iz obrnute perspektive. OLAP sistemi izlaz najčešće prikazuju u preseku veličina predstavljenih X i Y osom. Zamenom veličina na X i Y osi dobija se rotirani prikaz izlaznih informacija.



Slika 2.3 – OLAP kocka

Više različitih načina prikazivanja izlaznih podataka je veoma važna karakteristika OLAP alata. Prikaz izlaznih informacija putem grafikona omogućava bolje i lakše uporedne analize i uočavanje. Na ovaj način se mogu lakše razumeti izlazne informacije.

### 2.1.3. Otkrivanje znanja u podacima – *Data mining*

Prelaskom iz industrijske ekonomije u ekonomiju znanja, informacija je postala ključni resurs, a krajnji korisnik činilac koji nameće uslove poslovanja. U ovakvom okruženju gde je sirovina sve manje važna, a sve više se prodaje inteligencija, znanje postaje ključni faktor uspešnog poslovanja, a upravljanje znanjem nezaobilazna komponenta savremenog menadžmenta.

Izraz otkrivanje znanja u bazama podataka (*KDD – Knowledge Discovery in Databases*) nastao je na prvom KDD skupu 1989, da bi se naglasilo da je znanje konačni proizvod otkrića nad podacima. Jedna od definicija otkrivanja znanja u podacima opisuje ga kao netrivialan proces identifikacije neospornih, novih, potencijalno korisnih i, konačno, razumljivih oblika (*pattern*) u podacima.<sup>6</sup>

Prema drugoj definiciji, *Data mining* je proces otkrivanja skrivenih korelacija, pravila i trendova u procesu ispitivanja velike količine istorijskih podataka (smeštanih u skladištima podataka), korišćenjem statističkih metoda, metoda veštačke inteligencije i vizualizacije podataka.<sup>7</sup> To je proces ekstrakcije ne tako očiglednih, ali korisnih informacija koje se nalaze u skladištima podataka.

Podaci sami po sebi ne mogu generisati znanje. Oni predstavljaju osnovnu formu informacije, kojom je potrebno upravljati, proveravati, otkrivati i tumačiti kako bi se došlo do znanja skrivenih u njima. Otkrivanjem oblika, trendova i anomalija u velikoj količini uskladištenih podataka, predstavlja jedan od najvećih izazova Informatičkog doba.<sup>8</sup>

Osnovna karakteristika *data mininga* je multidisciplinarnost, imajući u vidu da ova tehnologija uključuje elemente statistike, baze podataka, veštačku inteligenciju, prepoznavanje oblika i trendova, pristup informacijama, sticanje znanja i vizualizaciju podataka.

*Data mining* se danas koristi u dva različita domena: u domenu predviđanja i domenu otkrivanja oblika ili zakonitosti u podacima.

U domenu predviđanja *data mining* algoritmi se koriste u svrhu predviđanja ponašanja posmatranog entiteta, osobe ili objekta na bazi zadatih parametara i dostupnih podataka.

U domenu otkrivanja znanja u podacima, *data mining* algoritmi omogućavaju pronalaženje oblika ili izuzetaka i devijacija u podacima koji nisu očigledni i odmah uočljivi.

Tri osnovna „stuba“ *data mininga* su: tehnike *data mining-a*, podaci i modeliranje.<sup>9</sup> Neke od osnovnih tehnika i algoritama *Data mining-a* su: neuronske mreže, klasifikaciona stabla, tehnike zasnovane na teoriji *fuzzy* skupova, genetski algoritmi, tehnika najbližeg suseda...

---

<sup>6</sup> Oreščanin D., „Otkrivanje znanja i kopanje podataka“, <http://www.skladistenje.com/>

<sup>7</sup> Sumathi, S., Sivanandam, S.N., „Introduction to Data mining and its Applications“, Springer, 2006, p. 5.

<sup>8</sup> Ibidem.

<sup>9</sup> Berry, M., Sinoff, G., „Mastering Data Mining“, John Wiley&Sons, New York, 2000, p. 93.

Objedinjujući u sebi skladišta podataka, OLAP i *Data mining*, koncept poslovne inteligencije zadovoljio je potrebu menadžera za informacijama na svim nivoima upravljanja: strategijskom, srednjem i operativnom nivou. Za nivo strategijskog upravljanja neophodne su informacije višeg nivoa opštosti, u vidu zbirnih sumarnih pregleda, često „istorijskog karaktera“, pretežno kvalitativne prirode i, neretko, u vidu „ugrubljenih“ procena. Nasuprot tome, za nivo operativnog upravljanja potrebne su specifične informacije uskog domena, pretežno u vidu „sirovih“ podataka, vrlo aktuelnih, uglavnom kvantitativne prirode i velike preciznosti i tačnosti. Srednjem nivou upravljanja neophodne su pretežno interne informacije, ponekad istorijskog karaktera, odnosno informacije koje omogućavaju analiziranje poslovanja i predviđanje.<sup>10</sup>

Razvoj poslovne inteligencije u ovom radu vezan je za:

- ❑ cilj je stvaranje poslovne inteligencije koja je podrška i unapređenje postupaka donošenja poslovnih odluka;
- ❑ poslovna inteligencija nastaje kao rezultat dobro upravljanog procesa izvođenja novih ili prikrivenih znanja iz podataka koji se u poslovnoj praksi rutinski generišu i koriste;
- ❑ poslovna inteligencija se izvodi iz operativnih podataka primenom odgovarajućih logičko-računskih metoda;
- ❑ primena takvih metoda iziskuje razvijanje odgovarajućih informatičkih sredstava i alata (npr. SQL Server Data Analysis);
- ❑ stvaranje poslovne inteligencije nalaže uspostavljanje koherentnog pristupa upravljanju podacima i razvijanje jedinstvenog stava prema njihovoj ulozi i važnosti na univerzitetu (postojanje OLTP baze podataka).

---

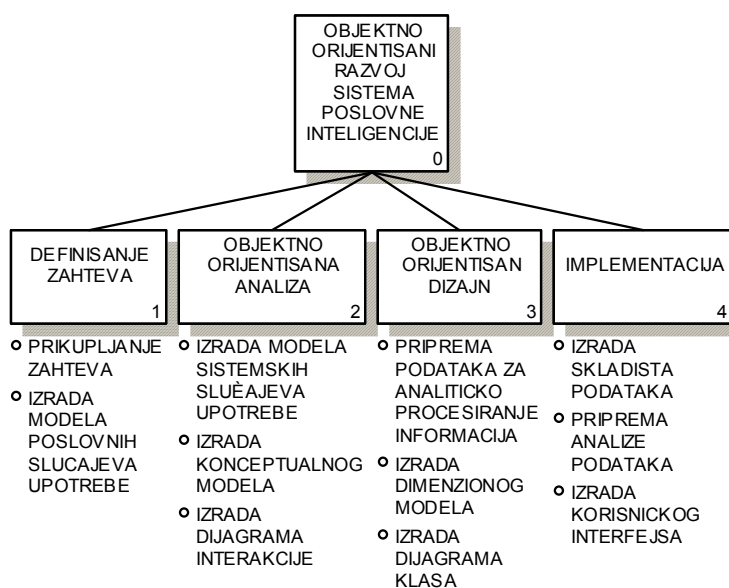
<sup>10</sup> Balaban, N., Ristić, Ž., „Poslovna inteligencija“, Ekonomski fakultet, Subotica, 2006.

### 3. Objektno orijentisan razvoj sistema poslovne inteligencije

U literaturi postoji više pristupa ili metodologija za dizajniranje i razvoj koncepta poslovne inteligencije. Međutim, ne postoji konsenzus oko toga koja je metodologija najbolja, već to zavisi od karakteristika konkretnog sistema.

Metodologija objektno orijentisanog razvoja sistema poslovne inteligencije prikazana u ovoj monografiji, nastala je iz analize standarda IDEF0 (*Integration DEFinition Function Modeling*), IDEF1X (*Integration DEFinition Information Modeling*), UML (*Unified Modeling Language*) i metoda za izgradnju skladišta podataka. Metodologije objektno orijentisanog razvoja sistema poslovne inteligencije, integrišu poznate klasične metode funkcionalnog (IDEF0) i informatičkog (IDEF1X) modeliranja sa objektnim pristupom (UML).

Na slici 3.3 prikazana je struktura objektno orijentisane metodologije razvoja sistema poslovne inteligencije.



Slika 3.3 – Šematski prikaz metodologije objektno orijentisanog razvoja sistema poslovne inteligencije

Metodologija objektno orijentisanog razvoja sistema poslovne inteligencije sastoji se od sledećih koraka<sup>11</sup>:

- definisanje zahteva,
- objektno orijentisana analiza,
- objektno orijentisan dizajn i
- implementacija.

U narednim poglavljima biće objašnjeni pomenuti osnovni koraci predložene metodologije objektno orijentisanog razvoja sistema poslovne inteligencije na primeru visokoškolske institucije. Cilj razvoja koncepta poslovne inteligencije bio je sticanje potpune slike o studentskoj populaciji, u cilju definisanja buduće strategije upisne politike i nastavnom kadru kao preduslovu za ulazak u proces akreditacije.

---

<sup>11</sup> Veljović, A., Stanojević, Lj., „Identifikacija rizika u postupku projektovanja jedinstvenog informacionog sistema Fakulteta“, *Strategijski menadžment*, Međunarodni časopis za strategijski menadžment i sisteme podrške strategijskom menadžmentu, godina XII, br. 3-4/2007, str. 17-21.

## ***Definisanje zahteva***

- Prikupljanje zahteva
- Izrada modela poslovnih slučajeva upotrebe

## 4. Definisiranje zahteva

Definisiranjem zahteva treba da sagledamo sistem i uočimo potrebe korisnika. Definisiranje zahteva treba da omogući povezivanje klasične IDEF0 i IDEF1X metodologije sa elementima UML metodologije. Definisiranjem zahteva obavljena je identifikacija sistema.

Osnovna postavka vezana za definisanje zahteva u studijskom primeru na poslovima visokoobrazovne ustanove je koncept integralnosti, koji podrazumeva objedinjavanje svih poslovnih procesa, integraciju svih značajnih aktivnosti vezanih za nastavu, rad nastavnog osoblja i personalno praćenje studenata; zatim slobodno kretanje znanja, mobilnost studenta i nastavnika, vrednovanje studijskih programa, obezbeđenje kvaliteta i vrednovanje studijskih programa. Na ovaj način treba da se obezbedi neprestana i korektivna samoregulacija univerzitetskog obrazovanja, i da na taj način doprinese instituciji da se stalno prilagođava novim uslovima, da podiže kvalitet obrazovanja koje nudi, i tako opstaje u uslovima sve veće i oštrije kako domaće tako i međunarodne konkurencije.

Definisiranje zahteva se izvodi u dva koraka:

- prikupljanje zahteva i
- izrada modela poslovnih slučajeva upotrebe.

### 4.1. Prikupljanje zahteva

Prikupljanje zahteva se sastoji od prikupljanja korisničkih zahteva, prikupljanja izvornih (*source-driven*) zahteva i analize OLTP podataka.

Osnovni izvori podataka za koncept skladišta podataka su operativni (transakcioni) tzv. OLTP (*On-Line Transaction Processing*) podaci, spoljne informacije nastale kao istorija poslovanja ili industrijski i demografski podaci uzeti iz velikih javnih baza podataka. Informacije do kojih je potrebno doći nalaze se u podacima transakcione baze, a vezane su za:

- prijem studenata (analiza upisa, analiza pre prijemnog ispita i analiza posle prijemnog ispita);



- ❑ personalno praćenje studenata (rang-lista studenata po uspehu, rang-lista studenata po demografskim podacima, rang-lista po predmetima preko svih škola, rang-lista po predmetima po školama, spisak redovnih studenata, spisak virtuelnih studenata, broj studenata po statusu i analiza diplomiranih studenata);
- ❑ praćenje ispita studenata i analiza uspešnosti studiranja;
- ❑ izrada i donošenje studijskih programa i ostalih oblika obrazovanja;
- ❑ vrednovanje obrazovanja;
- ❑ poslovi planiranja i vrednovanja naučnoistraživačke delatnosti nastavnog kadra (obezbeđivanje informacija koje bi pomogle u procenjivanju profesionalne kompetencije nastavnog kadra).

Analiza izvornih podataka se smatra ključnim elementom i oduzima 80% vremena, jer je potrebno definisati odgovarajuća pravila za preuzimanje podataka iz izvornih podataka. Znanja vezana za ovu oblast su najčešće u glavama onih koji treba da koriste skladište podataka. Ovde do izražaja nesporno dolaze i metode vođenja intervjua kao i korišćenje CASE alata, naročito prilikom definisanja poslovnih pravila. Postojeća dokumentacija najčešće ne daje dovoljno podataka za ekstrakciju znanja. Korišćenjem CASE alata, a misli se na BPwin za modeliranje procesa i ERwin za modeliranje podataka, definišu se procesi i struktura podataka koja je potrebna, a koja se nalazi u OLTP i u spoljnim izvorima informacija.

Prikupljanje zahteva se izvodi u tri koraka:

- ❑ prikupljanje korisničkih zahteva,
- ❑ prikupljanje izvornih (source-driven) zahteva i
- ❑ analiza OLTP podataka.

#### **4.1.1. Prikupljanje korisničkih zahteva**

*Prikupljanje korisničkih zahteva* je metoda koja daje širinu u pristupu i bazira se na definisanju zahteva koje korisnik izvršava i izvodi se sa stanovišta top menadžmenta metodologijom odozgo nadole. Na taj način se definišu ciljevi, procesi, resursi. Ovo se postiže korišćenjem IDEF0 standarda kroz seriju sastanaka i/ili intervjua sa korisnikom, tj. izvodi se funkcionalna specifikacija

poslovnog sistema. Ovom aktivnošću identifikuju se granice posmatranog sistema, vertikalno povezivanje funkcija kroz definisanje stabla logičkih funkcija i horizontalno povezivanje kroz izradu dijagrama dekompozicije. Ovom metodom se uspostavlja dinamička integrativnost poslova (funkcija i procesa) koji se odvijaju u posmatranom okruženju.<sup>12</sup>

Prikupljanje korisničkih zahteva je metoda koja se bazira na definisanju zahteva istraživanjem funkcija kojima korisnik teži, odnosno koje korisnik izvršava. Ovo je korak koji mora da obuhvati sve poslove unutar posmatranog poslovnog sistema. Ovo se obično postiže kroz seriju sastanaka i/ili intervju sa korisnikom.

Veoma je bitno da se utvrdi protok informacija *u* i *iz* svakog odeljenja. Zato se moraju prikupiti podaci o tome koji izveštaji i dokumentacija pristižu, kako se koriste, ko ih koristi, koliko često pristižu. Dobijene podatke treba organizovati u nekoliko sekcija, kao što su: podaci o analizi (podaci o svim vrstama analiza koje se trenutno koriste) i zahtevi vezani za podatke (opis svih polja podataka koja se koriste, nivo detalja, izvori).

IDEF0 (*Integration DEFinition Function Modeling*) je tehnika modeliranja bazirana na kombinaciji grafike i teksta, gde su poslovi predstavljeni na organizovan i sistematičan način, da bi se povećala razumljivost i obezbedila logika za potencijalne izmene, specifikovane zahteve ili, na drugi način rečeno, podržala analiza sistema po nivoima.

IDEF0 omogućuje:

- izvršenje sistem analize i dizajna na svim nivoima, za sistem sastavljen od ljudi, mašina, materijala, računara i informacija;
- stvaranje dokumentacije kao osnove za integraciju informacionog sistema i ISO 9001:2000 standarda;
- bolju komunikaciju između analitičara, dizajnera, korisnika i menadžera;
- diskusiju u radnom timu da bi se postiglo međusobno razumevanje, i
- upravljanje velikim i složenim projektima.

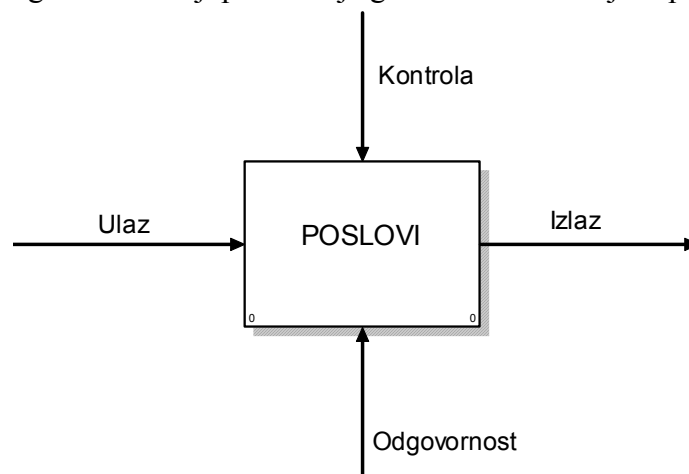
Pri izradi funkcionalnog modela (modela poslova) korišćen je standard IDEF0, odnosno CASE alat *BPwin*. Cilj funkcionalnog modela je:

---

<sup>12</sup> Veljović, A., *Objektno modeliranje informacionih sistema*, Megatrend univerzitet, Beograd, 2006.

- ❑ postavljanje granica posmatranog sistema definisanjem dijagrama konteksta;
- ❑ uspostavljanje vertikalnih veza između poslova definisanjem stabla poslova, i
- ❑ uspostavljanje horizontalnih veza između poslova definisanjem dijagrama dekompozicije.

**Granice sistema** definisane su dijagramom konteksta, koji je definisan jednim pravougaonikom koji predstavlja granicu modela koji se proučava.



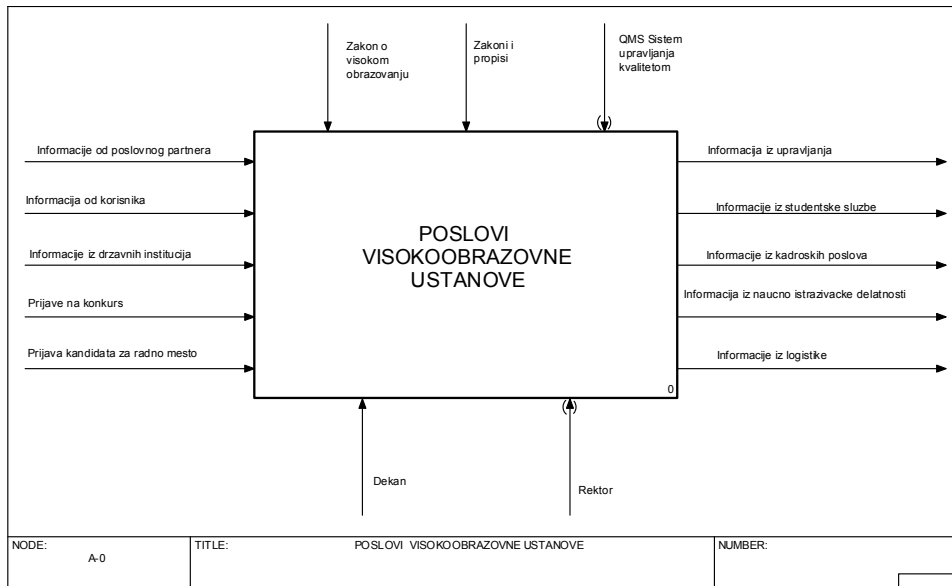
*Slika 4.1 – Dijagram konteksta*

U tom sistemu i van njega teku informacije preko strelica. Kontekstni dijagram je najviši nivo apstrakcije koji se dekompozicionim dijagramima prevodi u niži nivo apstrakcije.

Strelice sa leve strane pravougaonika definišu se kao ulazi (*Input*). Strelice koje ulaze u pravougaonik odozgo definišu se kao kontrole (*Control*). Strelice koje izlaze iz pravougaonika na desnoj strani predstavljaju izlaze (*Output*). Izlazi su podaci ili objekti proizvedeni od strane aktivnosti. Strelice na donjoj strani pravougaonika predstavljaju odgovornost (mehanizme).

*Dijagram konteksta na studijskom primeru poslova visokoobrazovne ustanove* je najviši nivo apstrakcije koji se dijagramima dekompozicije prevodi u niži nivo apstrakcije. Aktivnost A0, opisuje okvire modela i određena je aktivnom glagolskom frazom, poslovi visokoobrazovne ustanove.

Na slici 4.2 prikazan je dijagram konteksta poslova visokoobrazovne ustanove, gde se definiše neposredno okruženje.



Slika 4.2 – Dijagram konteksta za poslove visokoobrazovne ustanove

Prikazani dijagram konteksta sadrži strelice definisane i grupisane kao:

- Ulazne grupe informacija:
  - informacije od korisnika – misli se na zahteve i potrebe studenata, nastavnika i top menadžera;
  - informacije od državnih institucija – misli se na prijem zahteva od ministarstava i drugih nadležnih institucija;
  - prijava na konkurs budućih studenata;
  - informacija od pravnih i fizičkih lica – misli se na poslovanje vezano za ispunjenje ugovornih obaveza sklopljenih sa pravnim i fizičkim licima;
  - prijava kandidata za radno mesto vezano je za kadrovske poslovanje i prijem nastavnog i nenastavnog osoblja.
- Izlazne grupe informacija:
  - informacije iz upravljanja koje izlaze izvan konteksta, vezane su za bilans stanja i bilans uspeha, ugovor o međunarodnoj saradnji, izveštaj o razmeni profesora i studenata, izradu međunarodnih studijskih programa, i dr.;

- informacije iz studentske službe koje izlaze izvan konteksta vezane su za primerak ŠV20 obrasca, ugovor o studiranju, izdavanje diploma i dodatka diplome, i dr.;
- informacije iz kadrovskih poslova koje izlaze izvan konteksta vezane su za ugovor o radu, oglas za prijem, prijavu o zasnivanju i prestanku radnog odnosa (E3 obrazac), konkurs za prijem i izbor, potvrdu o podnetoj prijavi-odjavi osiguranja i dr.;
- informacije iz naučnoistraživačke delatnosti koje izlaze izvan konteksta vezane su za ugovor o izradi naučnoistraživačkog projekta, godišnji izveštaj o realizaciji naučnoistraživačkog projekta, prijavu naučnoistraživačkog projekta, obaveštenja o prihvatanju radova za naučni skup, poziv za učešće na naučnim skupovima;
- informacije iz logistike koje izlaze izvan konteksta su vezane za ugovor o nabavci, ugovor o održavanju, i dr.
- ❑ Kontrole su vezane za sledeće zakone i propise:
  - Zakon o visokom obrazovanju,
  - QMS sistem menadžmenta kvalitetom,
  - Uputstva Ministarstva prosvete.
- ❑ Mehanizmi definišu odgovornost i vezani su za Rektora.

Imajući u vidu ovako postavljen dijagram konteksta, u sledećem koraku definišu se vertikalne veze između poslova tj. stablo poslova.

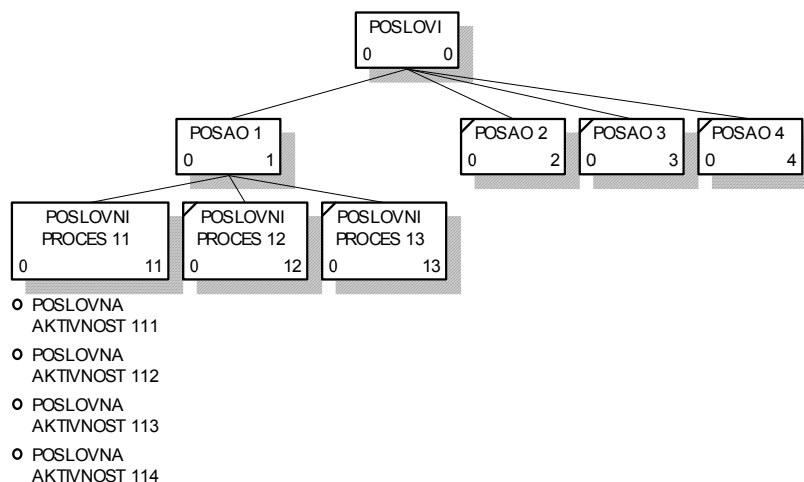
**Stablo poslova** omogućuje da se polazni složeni posao razvije u hijerarhiju podređenih poslova, čija je struktura tipa stabla. Koren stabla (to je najviši čvor stabla) sadrži polazni posao, dok listovi, tj. čvorovi koji nemaju potomke, sadrže poslove čije je rešavanje relativno jednostavno. Rešavanjem svih podređenih poslova iz listova, rešen je i polazni složen posao.

Dakle, stablo poslova predstavlja hijerarhiju definisanih poslova, očišćenu od strelica, i omogućuje funkcionalnu dekompoziciju i uvid u dubinu odvijanja veza između poslova.

Poslovi na vrhu (*root*) uvek su označeni sa 0. Brojevi se koriste da bi prikazali koliko detalja sadrži posao. Posao A0 je dekomponovan (razdvojen) na **poslove** 1, 2, 3, itd. Posao 1 je dekomponovan u **poslovne procese** 11, 12, 13, itd. Poslovni proces 11 je dekomponovan u **poslovne aktivnosti** 111, 112, 113, itd. Nadređeni posao se zove roditelj (*parent*), a podređeni poslovi su deca (*childs*).

Razbijanje poslova „roditelja“ na svoju „decu“ treba da ima od 3 do 6 podređenih poslova. Ako je više od šest podređenih poslova, to znači pokušaj da se previše detalja smesti na jedan nivo.

Vertikalna hijerarhija uspostavljena stablom poslova uspostavlja veze između strateškog upravljanja (vizija, politika, postavljeni ciljevi) do nivoa praćenja i ocenjivanja uspostavljenih poslova. U ovoj monografiji usvojena je struktura stabla poslova prikazana na sledećoj slici.



Slika 4.3 – Stablo poslova

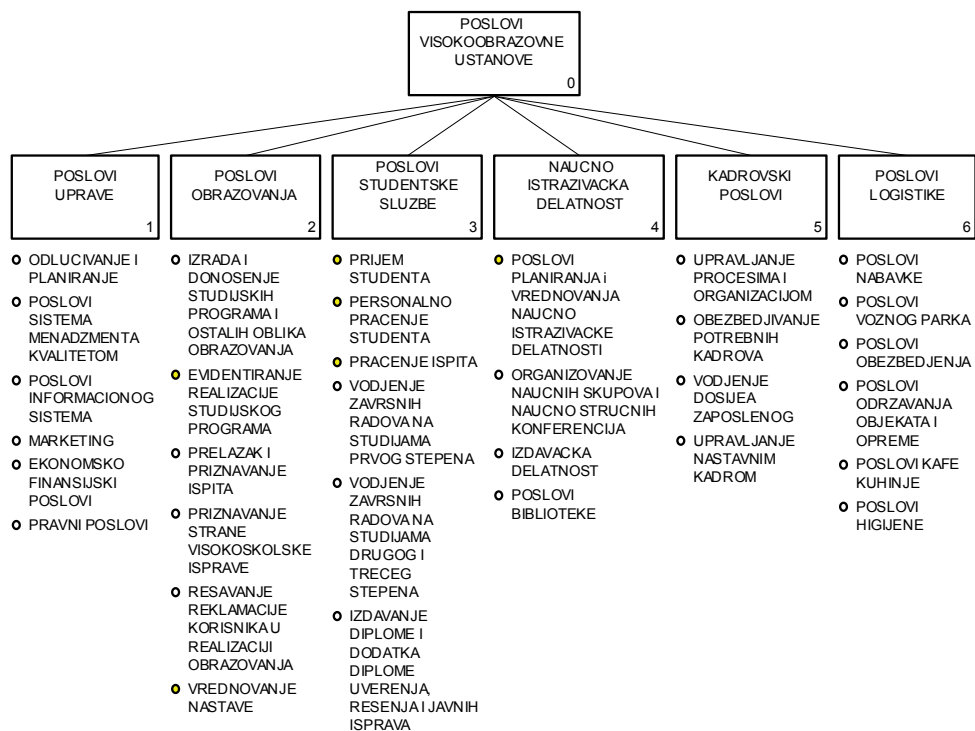
Stablo poslova se definiše primenom metode rešavanja problema odozgo nadole (*top-down*), kada se složeni posao rastavlja na više podređenih poslova, a zatim se pristupa rešavanju jednostavnih podređenih poslova.

Na osnovu definisanog kontekstnog dijagrama, na slici 4.4 prikazano je stablo poslova kojim se definiše hijerarhijska struktura tj. povezivanje poslova, poslovnih procesa i poslovnih aktivnosti po vertikalni.

Svi poslovi u studijskom primeru poslova visokoobrazovne ustanove definisani su i opisani u cilju da zadovolje određene potrebe. Svi ti poslovi definisani su skupom zakona i zahtevima sistema menadžmenta kvalitetom, što čini normativni okvir.

Potrebno je definisati 5 do 6 glavnih poslova, pa su prepoznati su sledeći glavni poslova u studijskom primeru poslovi Univerziteta: poslovi uprave, poslovi obrazovanja, poslovi studentske službe, poslovi naučnoistraživačke delatnosti i poslovi logistike.

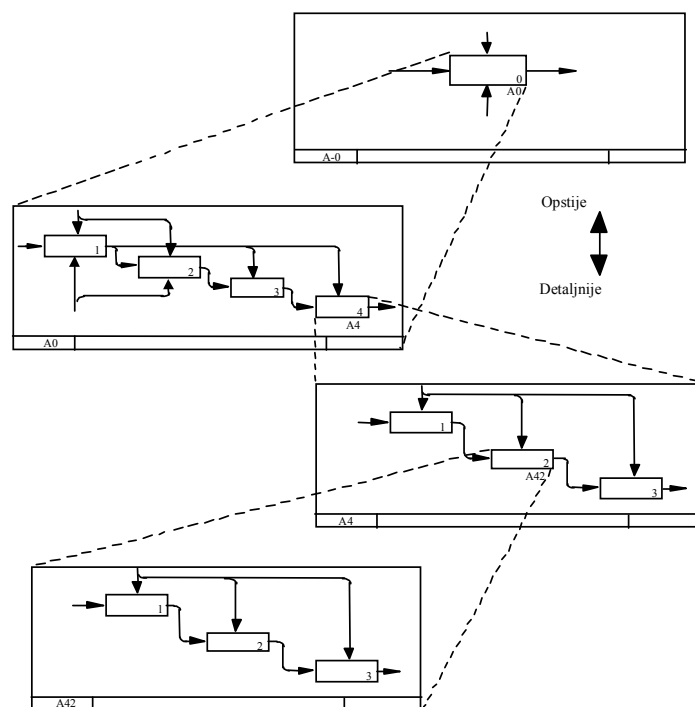
Stablo poslova prikazano na sledećoj slici ne predstavlja organizacionu šemu, već ono predstavlja skup svih poslova na Univerzitetu.



Slika 4.4 – Stablo poslova visokoobrazovne ustanove

Imajući u vidu ovako postavljeno stablo poslova, u sledećem koraku definiše se vertikalne veze između poslova, tj. dijagram dekompozicije.

**Dijagramom dekompozicije** definišu se horizontalne veze između poslova. Na slici 4.5 prikazana je struktura formiranja dekompozicionog dijagrama. Polazi se od kontekstnog dijagrama koji se definiše na najvišem nivou, pa se izvodi dekomponovanje u podređene (*child*) dijagrame. Svaka od podfunkcija podređenog dijagrama može kreirati svoj dijagram na nižem nivou. Na taj način se definišu različiti nivoi apstrakcije, tj. na višim nivoima su opštije funkcije i grupisane strelice, koje se na nižim nivoima dekomponuju i detaljnije opisuju.



Slika 4.5 – Dijagram dekompozicije

Strelice u okviru dijagrama dekompozicije omogućuju tzv. horizontalno povezivanje definisanih funkcija.

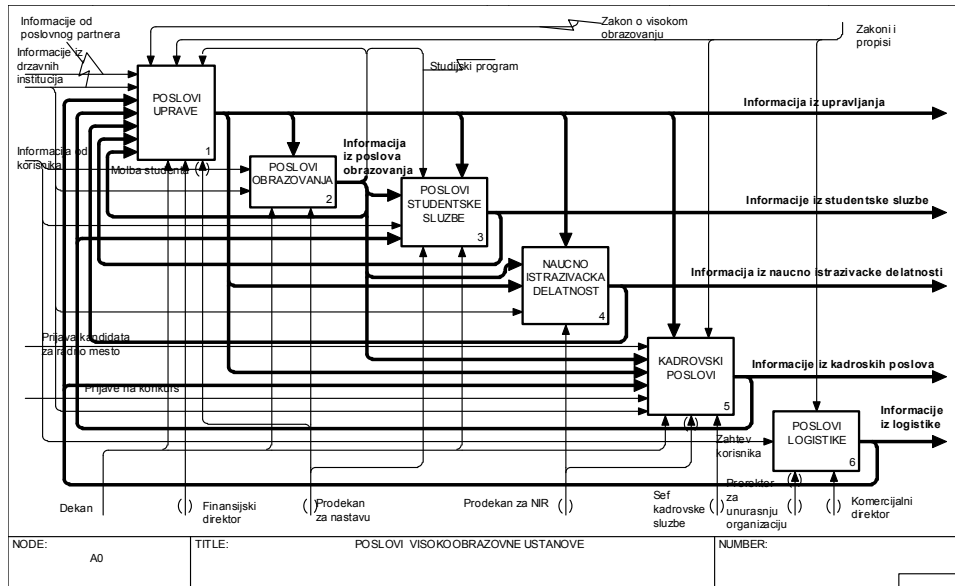
Kao što se može videti, na prethodnoj slici strelice definisane na kontekstnom dijagramu se prenose u podređeni dijagram dekompozicije. Dakle, strelice definisane u funkciji koja prethodi (*roditelj*) pojavljuju se u podređenom dijagramu dekompozicije kao granične strelice (*boundary arrows*), tj. kao strelice koje nastaju van okvira posmatranog dijagrama. U okviru dijagrama dekompozicije definišu se tzv. eksplicitne ili interne strelice koje povezuju aktivnosti.

Prilikom dekompozicije poslova vodilo se računa o zahtevima sistema menadžmenta kvalitetom, definisanih standardom JUS ISO 9001:2001, koji su u tekstu dati kao oznake odgovarajućih procedura.<sup>13</sup>

Na sledećoj slici prikazan je dijagram dekompozicije najvišeg nivoa za poslove visokoobrazovne ustanove.

<sup>13</sup> Veljović, A., Stanojević, Lj., „Razvoj informacionog sistema fakulteta“, *Tehnika*, Časopis Saveza inženjera i tehničara Srbije, br. 2, Godina LXII, 2007, str. 14-18.





Slika 4.6 – Dekompozicioni dijagram za poslove visokoobrazovne ustanove

Poštujući IDEF0 standard, odgovarajuće strelice predstavljaju setove dokumenata koje definišemo kao informacije. Svaka informacija na sledećem nivou se deli sve do nivoa aktivnosti, gde se kao strelice definišu konkretna dokumenta.<sup>14</sup>

Pretpostavka za definisane poslova visokoobrazovne ustanove su:

- odgovarajući šifarnici,
- organizaciona šema i opisi radnih mesta,
- poslovnik i procedure sistema menadžmenta kvalitetom.

Imajući u vidu prethodni prikaz, u daljem tekstu razmatraće se detaljno poslovne funkcije, sa pozivom odgovarajuće procedure sistema menadžmenta kvalitetom, za poslove visokoobrazovne ustanove, i to:

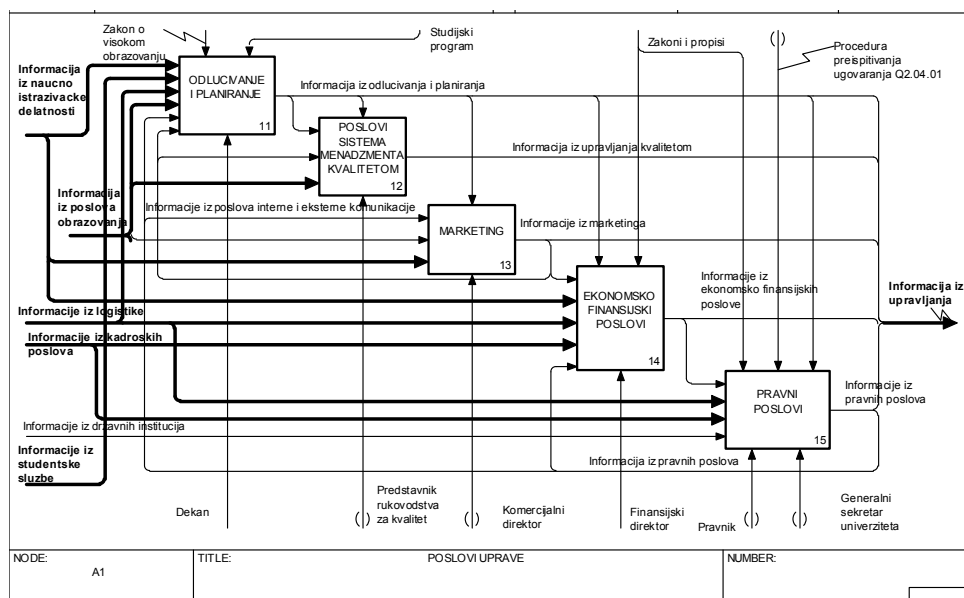
- poslovi uprave,
- poslovi obrazovanja,

<sup>14</sup> Veljović, A., „Put ka integralnom informacionom sistemu na primeru Megatrend univerziteta“, *Megatrend revija*, Međunarodni časopis za primenjenu ekonomiju, Vol. 2, Beograd, 2005.

- poslovi studentske službe,
- poslovi naučnoistraživačke delatnosti,
- kadrovske poslovi,
- poslovi logistike

**POSLOVI UPRAVE** – Ovom poslovnom funkcijom se polazi od postavljenja opštih smernica u razvoju visokoobrazovne ustanove, izbora organizacionih oblika i postupaka koji omogućuju racionalno poslovanje visokoobrazovne ustanove, rukovođenja i usklađivanja ukupnog poslovanja, periodičnih analiza ostvarenih rezultata radi sagledavanja tehničko-organizacionih mera za poboljšanje rezultata u ukupnom poslovanju.

Horizontalne veze na prvom nivou za poslove uprave prikazane su na sledećoj slici.



Slika 4.7 – Dekompozicioni dijagram za poslove uprave

**Odlučivanje i planiranje** treba da omoguće predviđanje, organizovanje, naređivanje, koordinaciju i kontrolu i sastoje se iz odlučivanja, izrade, praćenja analize i ažuriranja planova, planiranja i praćenja stručnog obrazovanja i usavršavanja kadrova.

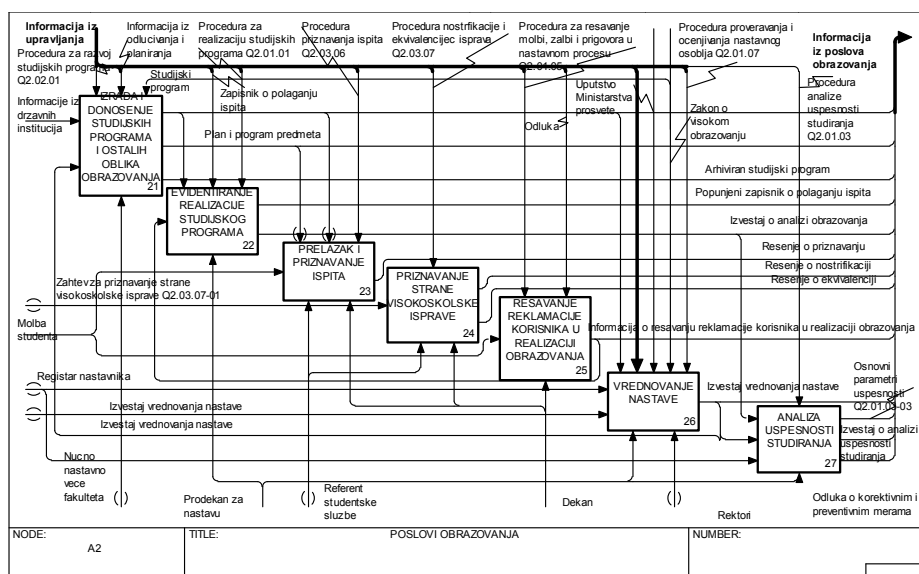
***Poslovi sistema menadžmenta kvalitetom*** u okviru visokoobrazovne ustanove sastoje se iz upravljanja dokumentima sistema menadžmenta kvalitetom, interne provere sistema menadžmenta kvalitetom, upravljanja neusaglašenostima, upravljanja korektivnom i preventivnom merom, preispitivanja sistema menadžmenta kvalitetom, poboljšanja procesa.

***Marketing*** u okviru informacionog sistema obrazovne institucije treba da podrži istraživanje potrebe i zahteve korisnika, analizu povratnih informacija od korisnika, kao i razvoj novih usluga.

***Ekonomsko-finansijski poslovi*** imaju za cilj da obezbede informacije o izvorima, stanju i utrošku finansijskih sredstava za planirane faze razvoja i realizacije poslovanja visokoobrazovne ustanove i informacije potrebne ostalim procesima za njihovo funkcionisanje. Ova poslovna funkcija treba da obezbedi planiranje iznosa, izvora i raspodele finansijskih sredstava, obezbeđenje finansijskih sredstava, praćenje realizacije priliva po izvorima i utrošku finansijskih sredstava, obračun ličnih dohodaka, praćenje i izveštavanje o novčanim tokovima, povezanost podataka o obavezama sa podacima planiranih i realizovanih zadataka, kao i potraživanjima preduzeća, periodični i godišnji obračun, završni račun, stanje blagajne, stanje deviznog računa, i drugo.

***Pravni poslovi*** visokoobrazovne ustanove odnose se na poslove pisarnice, pod čim se podrazumevaju poslovi delovodstva i arhiviranja, poslovi pravnog zastupanja, priprema opštih akata i ugovora, imovinsko-pravnih poslova, kao i poslova interne i eksterne komunikacije.

**POSLOVI OBRAZOVANJA** – Na osnovu zakona o visokom obrazovanju definisani su sledeći poslovi obrazovanja: izrada i donošenje studijskih programa, evidentiranje realizacije studijskog programa, prelazak i priznavanje ispita, priznavanje strane visokoškolske isprave, rešavanje reklamacije korisnika u realizaciji obrazovanja, vrednovanje obrazovanja i analiza uspešnosti studiranja, koji su prikazani na slici 4.8. Svaki od ovih poslova detaljno je opisan u odgovarajućoj proceduri sistema menadžmenta kvalitetom.



Slika 4.8 - Dekompozicioni dijagram za poslove obrazovanja

**Izrada i donošenje studijskih programa i ostalih oblika obrazovanja** počinje definisanjem predloga studijskog programa, na osnovu čega se usvajaju struktura i sadržaj studijskog programa i plana i programa predmeta (Procedura za razvoj studijskih programa Q2.02.01).

**Evidentiranje realizacije studijskog programa** počinje planiranjem realizacije, koje kao izlaz ima plan realizacije nastave i raspored časova. Na osnovu ovih informacija izvodi se realizacija studijskog programa, gde se rade izveštaji o izvedenoj nastavi, definišu oblici provere znanja i formira završna ocena. Kao izlaz dobijaju se izveštaj o izvedenoj nastavi i popunjen zapisnik o polaganju ispita. Ove informacije su potrebne za praćenje i analizu realizacije studijskog programa, gde se kao izlaz dobija izveštaj o analizi obrazovanja (Procedura za realizaciju studijskih programa Q2.01.01).

**Prelazak i priznavanje ispita** – Na osnovu zahteva za priznavanje ispita, dekan prikuplja mišljenje i predlog o priznavanju ispita, na osnovu čega referent studentske službe izrađuje rešenje o priznavanju ispita i dostavlja isto zainteresovanoj strani (Procedura za priznavanje ispita Q2.03.06).

**Priznavanje strane visokoškolske isprave** – Na osnovu zahteva za priznavanje strane visokoškolske isprave, formira se komisija koja razmatra izveštaj o nostrifikaciji i izrađuje rešenje o priznavanju strane visokoškolske isprave, na osnovu koga nastavno-naučno veće fakulteta donosi odluku koju

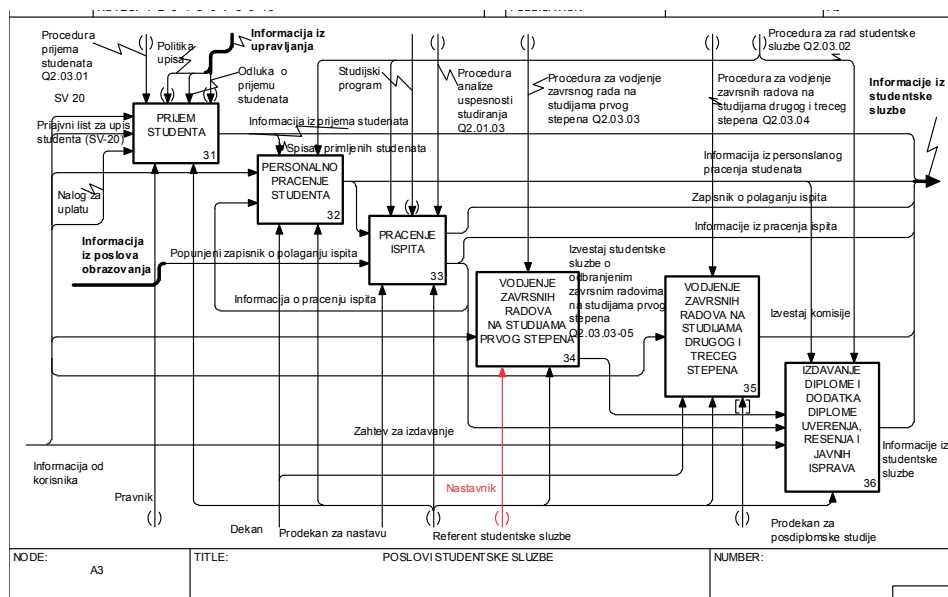
zajedno sa rešenjem dostavlja zainteresovanoj strani (Procedura za nostrifikacije i ekvivalencije isprava Q2.03.07).

**Rešavanje reklamacije korisnika u realizaciji obrazovanja** – Na osnovu molbe studenata, dekan fakulteta rešava molbe i žalbe studenata i o tome formira rešenje po molbi studenta, koje se dostavlja studentu (Procedura za rešavanje molbi, žalbi i prigovora u nastavnom procesu Q2.01.05).

**Vrednovanje obrazovanja** – Na osnovu Pravilnika o sprovođenju studentske ankete, studenti se obaveštavaju o terminu i načinu sprovođenja ankete koja ima za cilj vrednovanje nastave. Na osnovu rezultata ankete, predstavnik komisije za sprovođenje ankete pravi zapisnik o sprovedenoj anketi i dostavlja ga dekanu (Procedura proveravanja i ocenjivanja nastavnog osoblja Q2.01.07).

**Analiza uspešnosti studiranja** – Na osnovu zapisnika o studentskoj anketi i izveštaja o analizi obrazovanja, prodekan za nastavu izvodi analizu stanja uspešnosti studiranja, gde se kao izlazi dobijaju izveštaji o analizi uspešnosti studiranja i definiše predlog odluke o korektivnim i preventivnim merama (Procedura analiza uspešnosti studiranja Q2.01.03).

**POSLOVI STUDENTSKE SLUŽBE** – Na osnovu elemenata definisanih u poslovima obrazovanja, poslovi studentske službe sadrže: prijem studenata, personalno praćenje studenata, praćenje ispita, vođenje završnih radova na studijama prvog stepena, vođenje završnih radova na studijama drugog i trećeg stepena i izdavanje diplome i dodatka diplomu i uverenja, rešenja i javnih isprava. Dekompozicioni dijagram za poslove studentske službe prikaza je na sledećoj slici.



Slika 4.9 – Dekompozicioni dijagram za poslove studentske službe

**Prijem studenta** – Na osnovu objavljenog konkursa za prijem studenata i evidentiranih prijava za prijem studenta, izrađuje se raspored polaganja prijemnog ispita, izvodi polaganje prijemnog ispita i vrši ugovaranje i upisivanje studenata<sup>15</sup> (Procudura za prijem studenata Q2.03.01).

**Personalno praćenje studenta** – Osnovni dokument za personalno praćenje studenata je matična knjiga. U njoj se evidentiraju informacije vezane za upis viših semestara i overa semestra, obnova iste ili upis naredne godine, evidentiraju plaćanja studenta i ispisivanje studenata (Procudura za rad studentske službe Q2.03.02).

**Praćenje ispita** – Na osnovu evidentiranih prijava za polaganje ispita izrađuje se raspored polaganja ispita, polaže ispit i na osnovu zapisnika o polaganju ispita izvodi analiza ispita (Procudura analize uspešnosti studiranja Q2.01.03).

**Vođenje završnih radova na studijama prvog stepena** – Na osnovu liste tema izdaje se i odobrava tema. Nakon toga se pristupa izradi, predaji i ocenjivanju završnog rada. Sledeći korak je odobravanje odbrane i odbrana

<sup>15</sup> Veljović, A., Stanojević, Lj., „Informacioni sistem fakulteta u funkciji definisanja upisne politike“, *Tehnika*, Časopis Saveza inženjera i tehničara Srbije, br. 5, Godina LXIII, 2008.

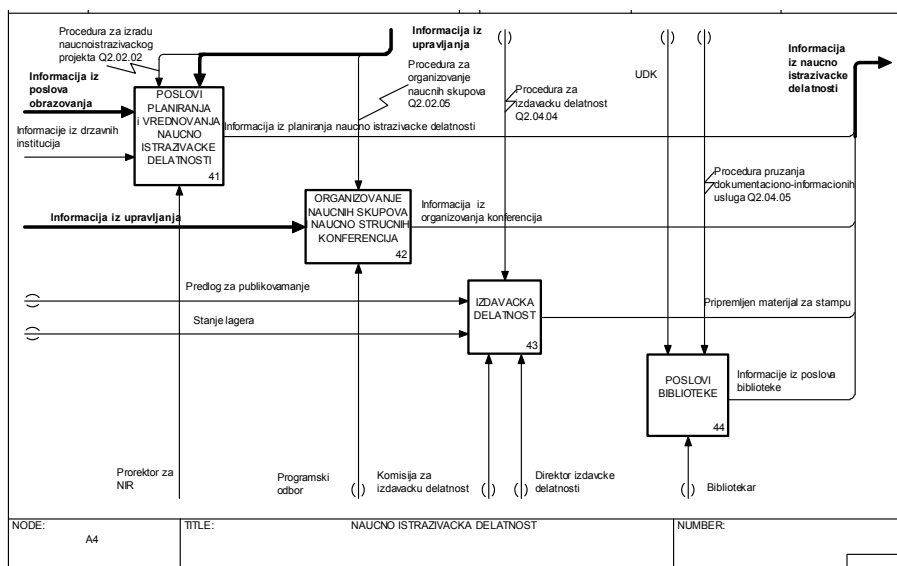
završnog rada na studijama prvog stepena, na osnovu čega se podnosi izveštaj studentske službe o odbranjenim radovima na studijama prvog stepena (Procedura vođenja završnog rada na studijama prvog stepena Q2.03.03).

***Vođenje završnih radova na studijama drugog i trećeg stepena*** – Na osnovu prijave teme, predlaže se komisija za ocenu podobnosti kandidata i teme. Ukoliko su kandidat i tema pozitivno ocenjeni, kandidatu se odobrava rad na izradi završnog rada na studijama drugog, odnosno trećeg stepena. U suprotnom, tema se odbija. Na osnovu izveštaja mentora da je izrada završnog rada okončana, formira se komisija za ocenu i odbranu završnog rada. U slučaju pozitivne ocene komisije, rad se daje na uvid javnosti. Ukoliko, u zakonski predviđenom roku nije bilo primedbi na rad, zakazuje se javna odbrana rada (Procedura vođenje završnih radova na studijama drugog i trećeg stepena Q2.03.04).

***Izdavanje diplome i dodatka diplome uverenja, rešenja i javnih isprava*** – Na osnovu izveštaja studentske službe o odbranjenim završnim radovima na studijama prvog stepena, izdaje se diploma i dodatak diplomi i izrađuje izveštaj o završnim radovima na studijama prvog stepena. Izdavanje uverenja, rešenja i javnih isprava vrši se na osnovu zahteva za izdavanje i informacija o praćenju ispita (Procedura za rad studentske službe Q2.03.02).

**POSLOVI NAUČNOISTRAŽIVAČKE DELATNOSTI** – Na osnovu informacija iz poslova obrazovanja i informacija iz državnih institucija, u okviru poslova naučnoistraživačke delatnosti predviđene su aktivnosti vezane za: poslove planiranja i vrednovanja naučnoistraživačke delatnosti, organizovanje naučnih skupova i naučno-stručnih konferencija, izdavačka delatnost i poslovi biblioteke.

Dekompozicioni dijagram za poslove naučnoistraživačke delatnosti prikazan je na sledećoj slici.



Slika 4.10 – Dekompozicioni dijagram naučnoistraživačke delatnosti

**Poslovi planiranja i vrednovanja naučnoistraživačke delatnosti** – Na osnovu informacija iz državnih institucija vrši se planiranje i praćenje naučnoistraživačkih projekata, pod čime se podrazumeva izrada predloga i plana naučnoistraživačkog projekta, prijavljivanje i realizacija naučnoistraživačkog projekta. Vrednovanje naučnoistraživačkog projekta se izvodi na osnovu definisane metodologije vrednovanja naučnoistraživačke delatnosti, gde se utvrđuje vrednost naučne kompetentnosti (Procedura izrade naučnoistraživačkih projekata Q2.02.02).

**Organizovanje naučnih skupova i naučno-stručnih konferencija** – Na osnovu plana konferencije, šalje se poziv za učešće i prijavu radova, na osnovu čega se vrši prikupljanje, izbor i utvrđivanje programa rada. Na osnovu ovih elemenata oblikuje se materijal za konferenciju, priprema za rad i rad konferencije i analiza uspeha konferencije (Procedura organizovanja naučnih konferencija i naučno-stručnih skupova Q2.02.05).

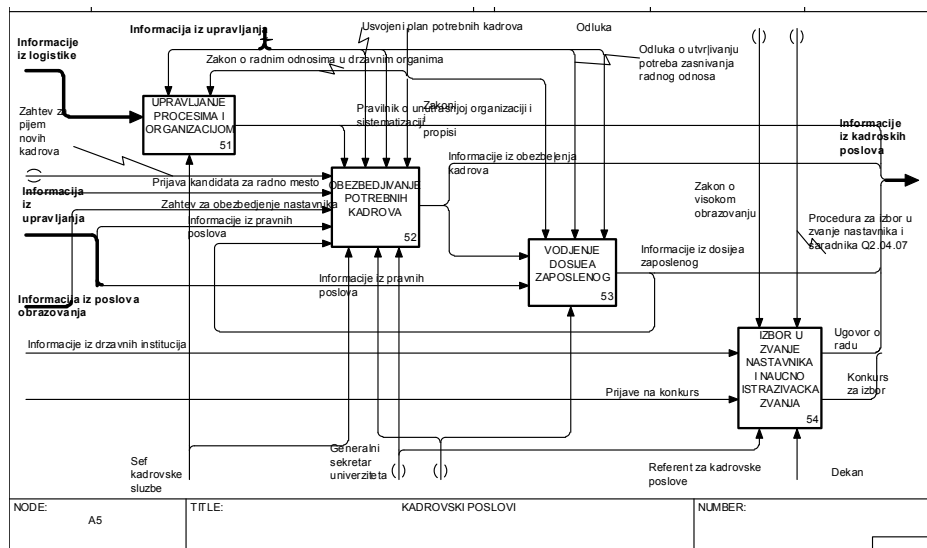
**Izdavačka delatnost** – Na osnovu podnetog zahteva za izdavanje publikacije i plana izdavačke delatnosti, imenuju se recenzenti publikacije, usvaja recenzija i obrađuje materijal za štampu (Procedura za izdavačku delatnost Q2.04.04).

**Poslovi biblioteke** – Na osnovu deziderata vrši se nabavka bibliotečke građe, nakon čega se vrši evidentiranje u karton bibliotečke građe. Na osnovu



bibliotečke članske karte vrši se zaduživanje i razduživanje bibliotečke građe (Procedura za dokumentaciono-informacione usluge Q2.04.05).

**KADROVSKI POSLOVI** – Upravljanje kadrovima i organizacijom u visokoobrazovnoj ustanovi jedan je od predušlova za realizaciju prethodno opisanih funkcija. Polazni elementi za realizaciju jedinstvenog informacionog sistema jesu jasno definisana organizacija i opisana radna mesta, jer se na taj način određuje odgovornost za definisane poslove. Aktivnosti vezane za kadrovske poslove su: obezbeđenje potrebnih kadrova, vođenje dosijea zaposlenog i izbor u zvanje nastavnika i naučnoistraživačka zvanja. Na sledećoj slici prikazan je dijagram za kadrovske poslove.



Slika 4.11 – Dekompozicioni dijagram za kadrovske poslove

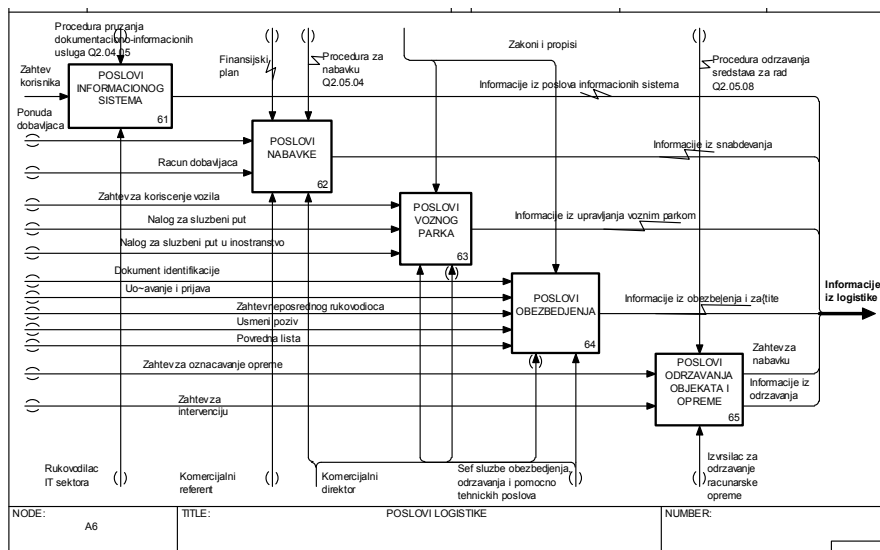
**Upravljanje procesima i organizacijom** – Polazeći od unapred definisane organizacije, izvodi se funkcionalna analiza koja kao izlaz daje spisak poslova za koja su pojedina radna mesta odgovorna.

**Obezbeđivanje potrebnih kadrova** – Na osnovu objedinjavanja potreba za kadrovima (pod čime se podrazumeva izrada predloga plana potrebnih kadrova i izrada prijave o slobodnom radnom mestu), vrši se oglašavanje i izbor kandidata za prijem u radni odnos. Nakon izbora kandidata pristupa se izradi ugovora o radu, popunjava se prijava o zasnivanju ili prestanku radnog odnosa i karton zaposlenog radnika.

**Vođenje dosijea zaposlenog** – Na osnovu ugovora o radu, u okviru vođenja dosijea zaposlenog, definišu se elementi za osiguranje zaposlenog, prate lični podaci zaposlenog, kao i radni ciklus zaposlenog.

**Izbor u zvanje nastavnika** – Na osnovu raspisanog konkursa imenuje se komisija za pripremu izveštaja o kandidatu za izbor u zvanje. Na osnovu pomenutog izveštaja donosi se odluka za izbor u zvanje.

**POSLOVI LOGISTIKE** – Ova funkcija je podrška svim prethodno definisanim poslovima visokoobrazovne ustanove i sastoji se iz: poslova informacionog sistema, poslova nabavke, poslova voznog parka, poslova obezbeđenja i poslova održavanja objekata i opreme. Na sledećoj slici prikazan je dekompozicioni dijagram za poslove logistike.



Slika 4.12 – Dekompozicioni dijagram za poslove logistike

**Poslovi informacionog sistema** su vezani za obezbeđenje podataka (pravljenje rezervnih kopija podataka (*backup*), dodeljivanje prava pristupa podacima i zaštita od virusa). Poseban segment rada je vezan za softversko održavanje računara i intranet i internet (praćenje rada i održavanje sistema, evidentiranje korisnika i praćenje stanja korisnika) (Procedura za dokumentaciono-informacione usluge Q2.04.05).

**Poslovi nabavke** – Na osnovu zahteva za nabavku, vrši se izbor dobavljača i ugovaranje. Nakon realizovane nabavke piše se nalog za plaćanje, kontroliše nabavka (Procedura za nabavku Q2.05.04).

**Poslovi voznog parka** – Na osnovu zahteva za korišćenje vozila ili naloga za službeni put, vrši se izrada putnog naloga. Nakon korišćenja vozila vrši se obračun putnog naloga za vozilo, koji se predaje blagajni za isplatu.

**Poslovi obezbeđenja** su vezani za poslove fizičkog obezbeđenja (vođenje knjige dežurstva, kontrola i prijem stranaka i stranih lica i evidentiranje nepredviđenih situacija), poslove zaštite na radu (primena mera zaštite na radu, kontrola sprovođenja mera zaštite na radu i evidentiranje zaštite na radu) i poslove zaštite od požara (planiranje i analiza protivpožarne zaštite, spoljašnja i unutrašnja kontrola protivpožarne zaštite i obuka za protivpožarnu zaštitu).

**Poslovi održavanja objekata i opreme** – Na osnovu planiranja preventivnih pregleda i prijavljivanja otkaza (vođenje evidencije o opremi, planiranje aktivnosti održavanja i preventivni pregledi i prijavljivanje otkaza), vrši se izrada naloga za intervenciju, izvodi održavanje i pravi analiza poslova održavanja objekata i opreme (Procedura održavanje sredstava za rad Q2.05.08).

#### **4.1.2. Prikupljanje izvornih (source-driven) zahteva**

**Za prikupljanje izvornih (source-driven) zahteva** koristi se metodologija odozdo nagore, čime se omogućuje preciznost, tj. metoda bazirana na definisanju zahteva analiziranjem podataka transakcione baze podataka korišćenjem ER-modela podataka (u našem slučaju CASE alata ERwin-a). Modeliranje podataka (korišćenje metode IDEF1X) predstavlja apstraktno viđenje realnog sistema, tj. to je pojednostavljeno predstavljanje realnog sistema preko skupa objekata (entiteta), veza između objekata i atributa objekata. Ovom metodom se uspostavlja statička integrativnost objekata, njegovih atributa, operacija i veza za prethodno definisanje poslova koji se odvijaju u posmatranom okruženju. Ova aktivnost otvara „crnu kutiju“, koja je uvek bila nepoznata. Na ovaj način prikupljanje izvornih podataka postaje dostupno projektantima budućeg sistema.

Definisanje korisničkih zahteva, imalo je za cilj da definiše i funkcionalno opiše sve poslove visokoobrazovne ustanove i na taj način podrži zahtev integralnosti informacionog sistema.

Ovakav metodološki pristup prikupljanju izvornih zahteva prikazan je modelom podataka; korišćen je standard IDEF1X realizovan CASE alatom ERwin-a. Ovim se omogućavaju naknadne izmene nad transakcionom bazom

podataka u slučaju da dođe do proširenja poslovanja, bilo vertikalnog (povećanje obima posla u postojećim poslovnim funkcijama), bilo horizontalnog proširenja (proširenje oblasti poslovanja).

Cilj modeliranja podataka je:

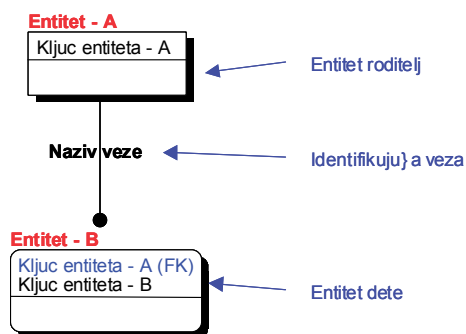
- kreiranje ER modela, gde se usvajaju kandidati za entitete, identifikuju veze, definiše ER model i verifikuje ER model;
- kreiranje atributa, gde se usvajaju liste kandidata za attribute, definišu ključevi, izvodi postupak normalizacije i definišu atributi;
- definisanje poslovnih pravila, gde se definiše kardinalnost veza, referencijalni integritet i identifikuju poslovni domeni.

Predmet daljih naših razmatranja su sledeći tipovi veza:

- identifikujuće veze koje entitet „dete“ identifikuje kroz njegovu vezu sa entitetom „roditelj“;
- neidentifikujuća veza ne identifikuje „dete“ preko identifikatora „roditelj“, i
- veza kategorije tj. veze prema podtipovima.

*Identifikujuće veze* – Veza se zove identifikujuća zato što su ključevi entiteta „roditelj“ deo entiteta entiteta „dete“, tj. entitet „dete“ je zavisen od entiteta „roditelj“ preko identifikatora. Dakle, ako se primerak entiteta „dete“ identifikuje preko asocijacije sa entitetom „roditelj“, onda se veza definiše kao identifikujuća veza, i svaki primerak entiteta „dete“ mora biti povezan sa najmanje jednim primerkom entiteta „roditelj“. Identifikujuća veza je prikazana punom linijom i povezuje entitet „roditelj“ sa entitetom „dete“ sa tačkom na strani entiteta „dete“.

U identifikujućoj vezi, entitet „roditelj“ ima svoj nezavisni primarni ključ (Ključ entiteta – A), a entitet „dete“ ima složeni ključ koji se sastoji od svog ključa (Ključ entiteta – B) i prenesenog roditeljskog ključa (Ključ entiteta – A(FK)). Dakle, instance entiteta „roditelj“ se definišu nezavisno, a instance entiteta „dete“ se ne mogu identifikovati bez identifikatora entiteta roditelj.



Slika 4.13 – Primer identifikujuće veze

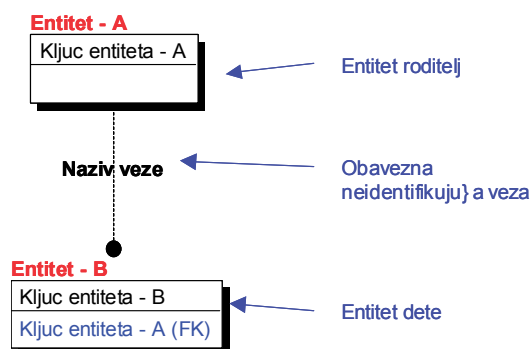
*Neidentifikujuće veze* – Ako se svaki primerak entiteta „dete“ može jedinstveno identifikovati bez znanja veze sa primerkom entiteta „roditelj“, onda se takva veza definiše kao neidentifikujuća veza.

Neidentifikujuće veze su prikazane isprekidanom linijom koja povezuje roditelj-entitet i dete-entitet sa tačkom na strani entiteta „dete“.

Neidentifikujuća ili slaba veza zavisi od načina definisanja ključeva od roditelja ka detetu na dva načina:

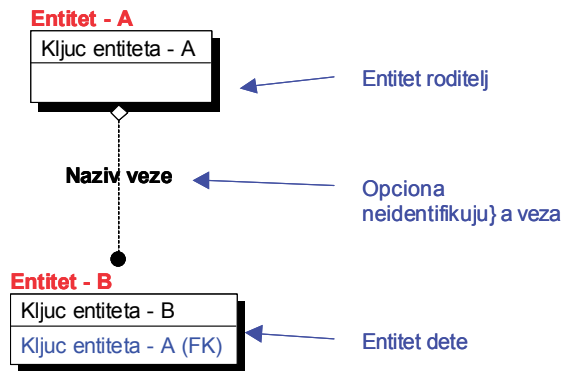
- obavezna neidentifikujuća veza i
- neobavezna (opciona) neidentifikujuća veza

Ako je veza (*relationships*) obavezna (*No Nulls ili Mandatory*) iz perspektive „roditelja“, onda je „dete“ egzistencijalno zavisno od „roditelja“.



Slika 4.14 – Primer obavezne neidentifikujuće veze

Ako je veza neobavezna (*Nulls Allowed* ili *Optional*), tada „dete“ niti je egzistencijalno niti identifikaciono zavisno, ali poštuje tu vezu.



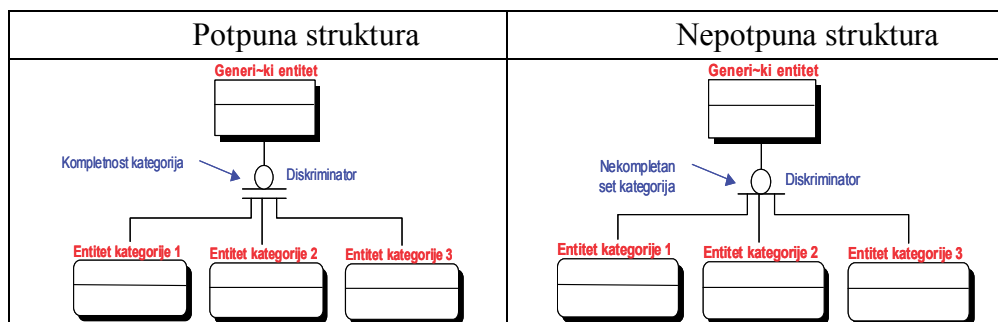
Slika 4.15 – Primer opcione neidentifikujuće veze

ERwin koristi romb (*diamond*) da naznači slučaj egzistencijalne i identifikacione zavisnosti. Romb može postojati samo u slabim vezama (pošto je jaka veza u okviru primarnog ključa, a primarni ključ ne može da ima NULL vrednost).

*Veza kategorije* – Veza kategorije je definisana za hijerarhijsku vezu između nadređenog generičkog entiteta koji sadrži zajedničke osobine podređenih entiteta kategorije.

Ovaj tip veze se deli na:

- ❑ kompletni set kategoriju ili tzv. potpune strukture kad je zatvoren skup entiteta kategorije, i
- ❑ nekompletni set kategorije ili tzv. nepotpunu strukturu kada nije zatvoren skup entiteta kategorije.



Slika 4.16 – Primer potpune i nepotpune strukture

Potpuna struktura se definiše za tačno određen broj entiteta kategorije i ne može se više nijedan uključiti dok nepotpuna struktura ostavlja mogućnost uključivanja drugih entiteta kategorije.

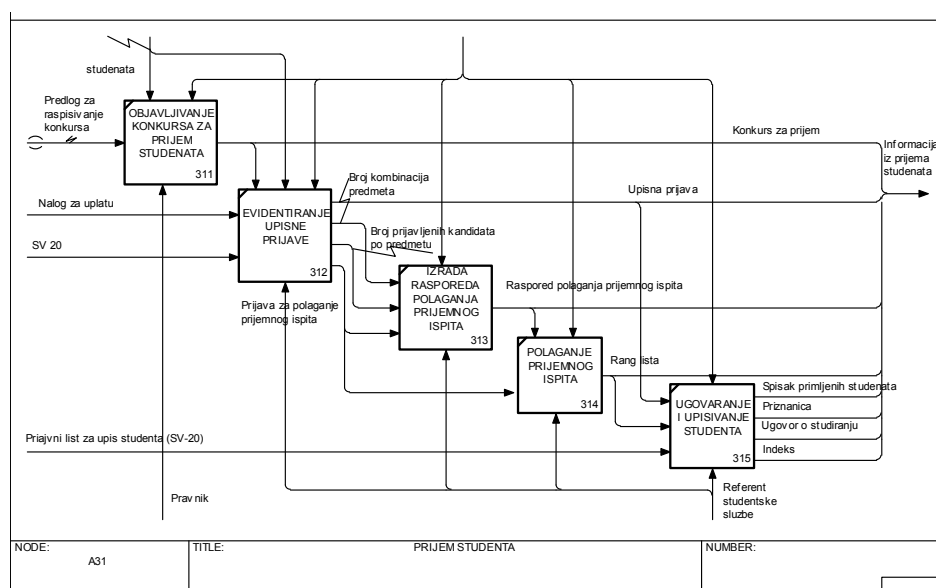
Na osnovu definisanih poslova, u sledećem koraku izvršena je analiza podataka prikazanih u modelu podataka integralnog informacionog sistema korišćenjem standarda IDEF1X. Model podataka integralnog informacionog sistema visokoobrazovne ustanove realizovan je kao transakciona baza podataka koja predstavlja osnovu za izradu dimenzionog modela u okviru skladišta podataka definisanih zahtevima.

U ovom delu razmatra se prikupljanje izvornih zahteva i analiza modela podataka za poslove visokoobrazovne ustanove prikazane na slici 4.17, a vezane za poslove studentske službe i poslove obrazovanja, i to za poslovne procese:

- prijem studenata,
- personalno praćenje studenata,
- praćenje ispita i
- vrednovanje nastave.

*Transakcioni model podataka za prijem studenata* ima za osnovu model poslovnog procesa prikazan na slici 4.17.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Stanojević, Lj., Veljović, A., „Informacioni sistem Fakulteta u funkciji definisanja upisne politike“, *Tehnika*, Časopis Saveza inženjera i tehničara Srbije, Godina LXIII, br. 5, 2008.



Slika 4.17 – Poslovni proces prijema studenata

Transakcioni model podataka za poslove *prijem studenata* nastao je na osnovu analize dokumenata:

- konkurs za prijem studenata,
- upisna prijava,
- raspored polaganja ispita,
- rang-lista, i dr.,

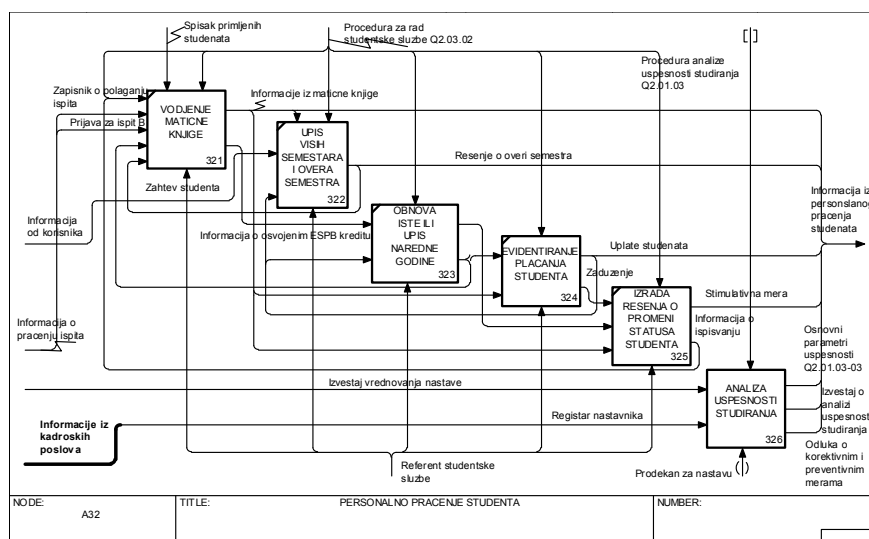
prikazanih kao izlazi iz poslovnog procesa *prijem studenata*.

Model podataka za poslove *prijem studenata* prikazan je kao transakcioni model podataka na slici 4.18.<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Stanojević, Lj., Veljović, A., Gerasimović, M., „Using GIS to Plan and Organize Student Mobility“, Scientific Conference INTERREG 2008, Bologna Process and Mobility, May the 9th 2008, The Faculty of Economics Subotica, The Faculty of Informatics Debrecen.







Slika 4.19 – Poslovni proces personalnog praćenja studenta

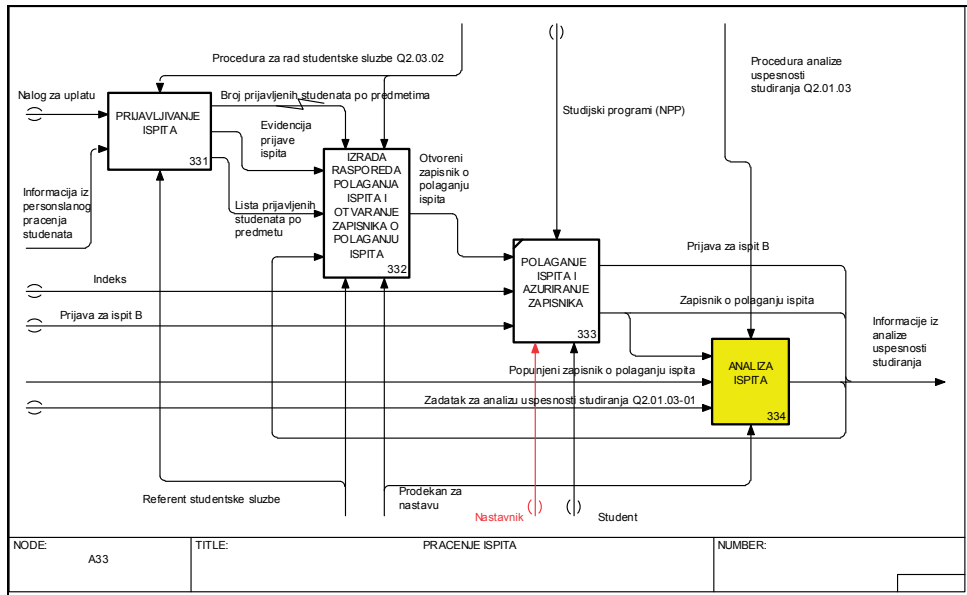
Transakcioni model podataka za poslovni proces *personalno praćenje studenta* nastao je na osnovu analize dokumenata:

- matična knjige,
  - rešenje o overi semestra,
  - evidencija o plaćanju studenata,
  - rešenje o promeni statusa studiranja studenata,
- prikazanih kao izlazi iz poslovnog procesa *personalno praćenje studenta*.

Model podataka za poslove personalnog praćenja studenata prikazan je kao transakcioni model podatak na slici 4.20.



Transakcioni model podatka za praćenje ispita ima za osnovu model poslovnog procesa prikazanog na slici 4.21.

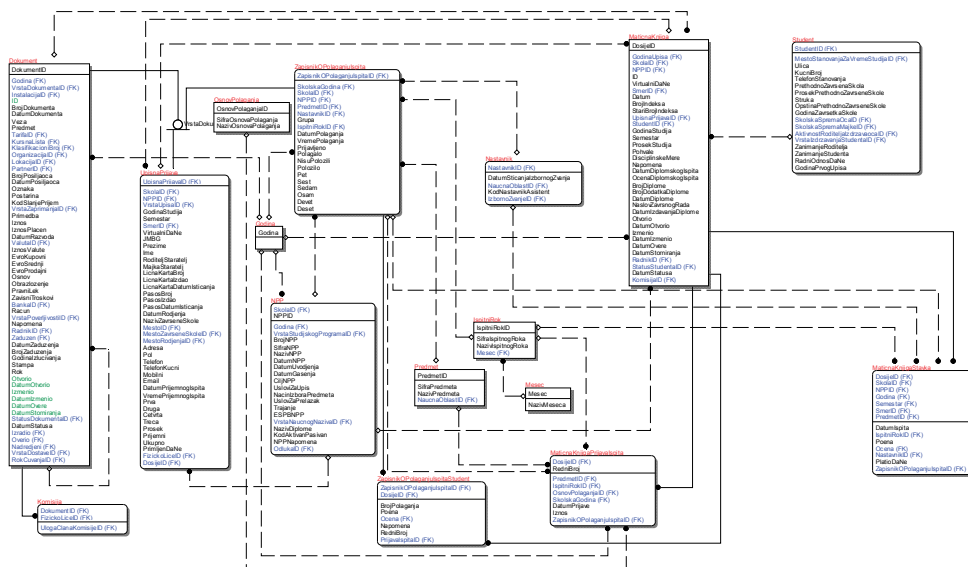


Slika 4.21 –Poslovi proces praćenje ispita

Transakcioni model podatka za poslove *praćenje ispita* nastao je na osnovu analize dokumenata:

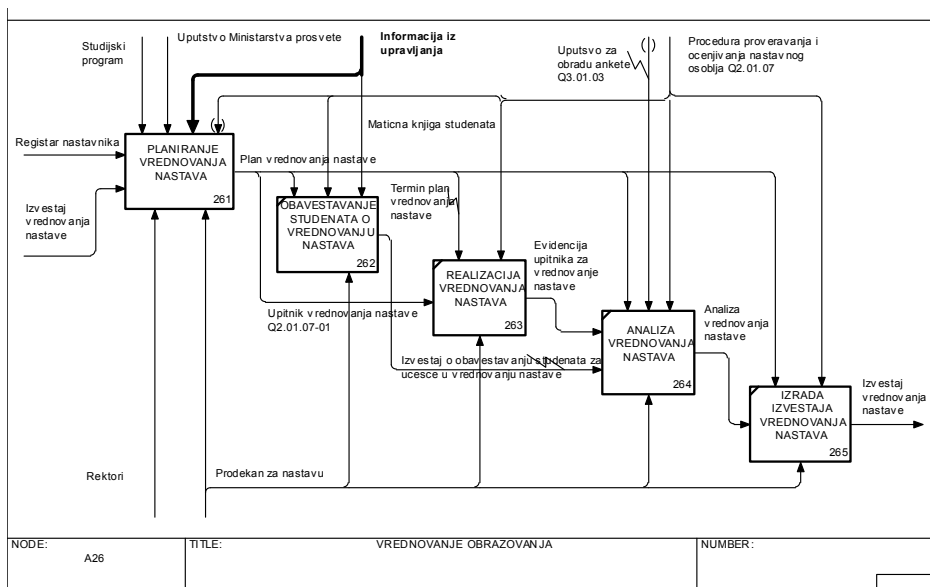
- evidencija prijave ispita,
  - lista prijavljenih studenata po predmetima,
  - zapisnik o polaganju ispita,
- prikazanih kao izlazi iz poslovi *proces praćenje ispita*.

Model podatka za poslove *praćenje ispita* prikazan je kao transakcioni model podatak na slici 4.22.



Slika 4.22 – Transakcionalni model podataka za poslove procesa praćenja ispita

Transakcioni model podatka za poslove vrednovanja obrazovanja ima za osnovu poslovni proces prikazan na slici 4.23.

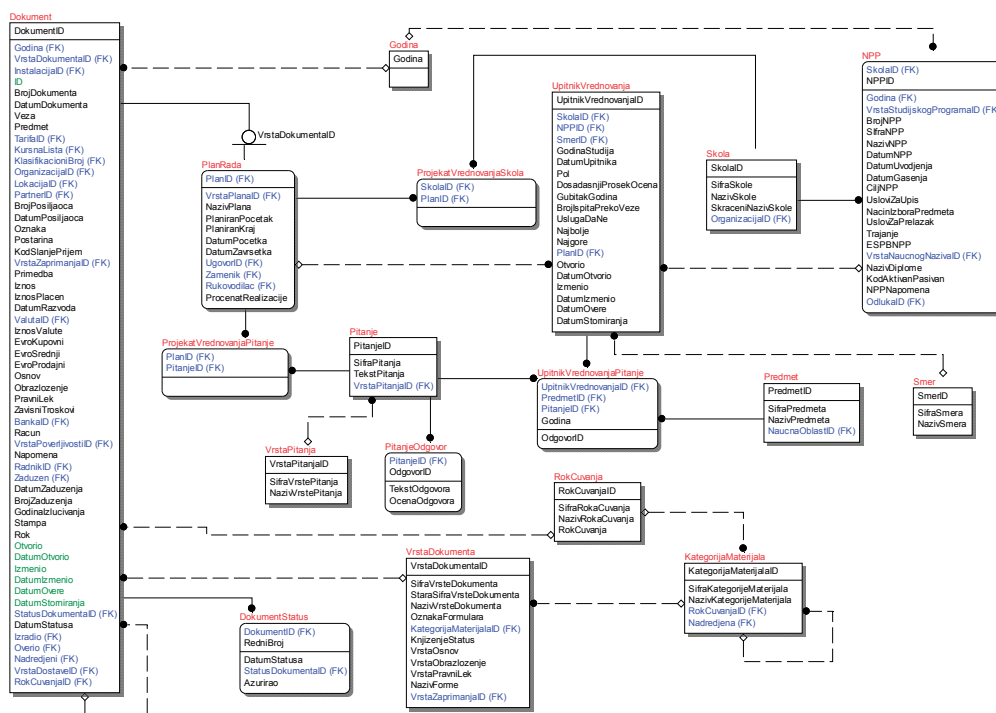


Slika 4.23 – Poslovni proces vrednovanja obrazovanja

Transakcioni model podataka za poslove *vrednovanje obrazovanja* nastao je na osnovu analize sledećih dokumenata:

- upitnika o vrednovanju nastave,
  - termin-plana vrednovanja nastave, i
  - izveštaja o vrednovanju nastave,
- prikazanih kao izlazi iz poslovnog procesa *vrednovanje obrazovanja*.

Model podataka za poslovni proces *vrednovanje obrazovanja* prikazan je kao transakcioni model podatak na slici 4.24.



Slika 4.24 – Transakcioni model podataka za poslovni proces *vrednovanja obrazovanja*

### 4.1.3. Analiza OLTP podataka

*Analiza OLTP podataka* vezana je za upitni jezik SQL, koji omogućava realizaciju *ad hoc* upita i čijom analizom dolazimo do potrebnih informacija vezanih za kasniji razvoj višedimenzionih modela. SQL je jezik za interaktivno definisanje baze podataka (*Data Definition Language ili DDL*), kao i jezik za manipulaciju podacima (*Data Manipulation Language ili DML*). SQL jezik je neproceduralan jer specifikuje operacije u smislu ŠTA treba uraditi, a ne KAKO. Na osnovu analize upita nad OLTP podacima, prikupljaju se zahtevi koji treba da ukažu na pravce u kojima je potrebno ići prilikom definisanja višedimenzionalnog modela.

## 4.2. Izrada modela poslovnih slučajeva upotrebe

U okviru izrade modela poslovnih slučajeva upotrebe, definiše se dijagram poslovnih slučajeva upotrebe i dijagram poslovnih aktivnosti.

U vreme kad poslovanje postaje sve više automatizovano – kada kompjuteri obavljaju sve više posla, razumevanje procesa poslovanja, može biti ključ uspeha. Način poslovanja stalno se menja i evoluiru i postaje sve kompleksniji. S informatičke tačke gledišta, primena objektnog modeliranja, odnosno vizuelno modeliranje procesa poslovanja predstavlja mogućnost da se stekne uvid u način poslovanja onakav kakav on jeste, sa ciljem njegovog daljeg unapređenja i poboljšanja. Vizuelno modeliranje povećava efikasnost rada i omogućuje brže i lakše shvatanje velikih procesa i struktura.

Za objektno modeliranje poslovnih procesa koristi se UML (*Unified Modeling Language*) standard, a cilj je napraviti dobar poslovni model koji će poslužiti kao osnova za razvoj softvera poslovne inteligencije. Ovakav pristup kao rezultat daje opšti model dizajna i nezavisan je od programskih jezika ili softverskih platformi na kojima će se informacioni sistem kasnije implementirati. Objektno orijentisani principi omogućavaju da se implementacijom dodatnih funkcionalnosti dopunjuju, a ne značajno menjaju arhitektura i model softvera.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> Veljović, A., „Objektno modeliranje informacionih sistema“, Megatrend univerzitet, 2005.

## 4.2.1. Dijagram poslovnih slučajeva upotrebe

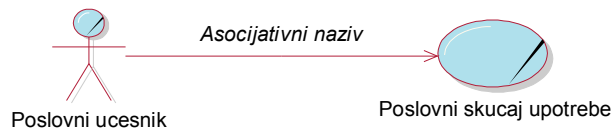
**Dijagram poslovnih slučajeva upotrebe** prikazuje poslovne slučajeve upotrebe i učesnike, kao i njihove relacije. Ovaj dijagram se koristi da bi se predstavio statički pogled na funkcionalnost (ponašanje) sistema. Pomoću ovog dijagrama može da se modeluje kontekst sistema: granica sistema i učesnici koji sa njim interaguju.

Za svaki definisani poslovni slučaj upotrebe, razvija se poslovni dijagram aktivnosti. Za pojedine poslovne aktivnosti iz dijagrama poslovnih aktivnosti, razvija se dijagram sistemskih slučajeva upotrebe, a sistemski slučaj upotrebe opisuje se sistemskim dijagramom aktivnosti.

**Dijagrami poslovnih slučajeva upotrebe** su dijagrami koji po UML standardu sadrže:

- objekte (poslovni učesnici i poslovni slučajevi upotrebe), i
- veze.

Poslovni učesnik (*Business Actor*) pokreće poslovne slučajeve upotrebe (*Business Use-Case*) preko veze koja se prikazuje asocijativnom (koja može da se dodatno opiše asocijativnim nazivom) tipa „u interakciji je sa“ ili „naređuje“.



Slika 4.25 – Grafički prikaz poslovnih slučajeva upotrebe

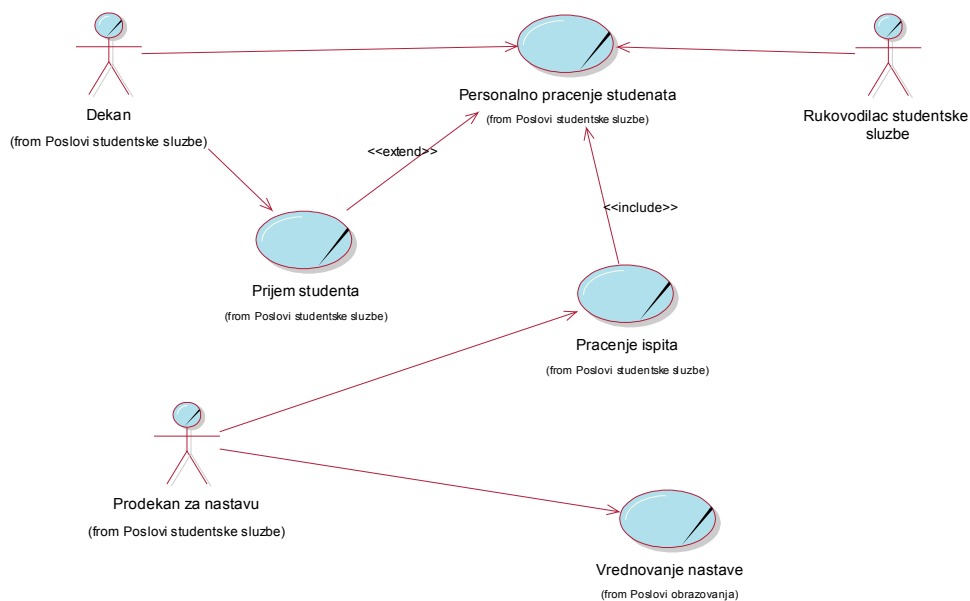
Svrha opisa poslovnih slučajeva upotrebe je definisanje prioriteta za izvršavanje grupa logičkih zahteva i određivanje nivoa prioriteta baziranih na važnosti identifikovanog opsega projekta. Imajući u vidu ograničenja definisana prikupljanjem izvornih (*source-driven*) zahteva, razmatraće se dijagram poslovnih slučajeva upotrebe za sledeće poslovne slučajeve upotrebe, nastale preslikavanjem poslovnih procesa:

- prijem studenata,
- personalno praćenje studenata,



- ❑ praćenje ispita,
- ❑ vrednovanje obrazovanja.

Na slici 4.26 prikazan je dijagram poslovnih slučajeva upotrebe.



Slika 4.26 – Dijagram poslovnih slučajeva upotrebe

Na prethodnoj slici su prikazani poslovni učesnici i poslovni slučajevi upotrebe koji će u daljem tekstu biti opisani.

### ***Poslovni učesnici***

Poslovni učesnici koji su predmet modela poslovnih slučajeva upotrebe su: dekan, prodekan za nastavu i rukovodilac studentske službe.

Dekan daje nalog za raspisivanje konkursa, razmatra predlog i odobrava objavljivanje konkursa za prijem studenata.

Rukovodilac studentske službe obavlja poslove personalnog praćenja studenata.

Prodekan za nastavu učestvuje u poslovima izrade rasporeda polaganja ispita i analize ispita.

### ***Poslovni slučajevi upotrebe***

Poslovni slučajevi upotrebe koji se razmatraju u radu su vezani za potrebe analiza potrebnih kao podrška u procesu odlučivanja, i to za:

- prijem studenta, koji treba da omogući da se izvrši analiza prijema studenata;
- personalno praćenje studenta, koje treba da omogući da se izvrši analiza uspeha studiranja;
- praćenje ispita, koje treba da omogući da se izvrši analiza ispita, i
- vrednovanje obrazovanja, koje treba da omogući da se izvrši analiza vrednovanja nastave.

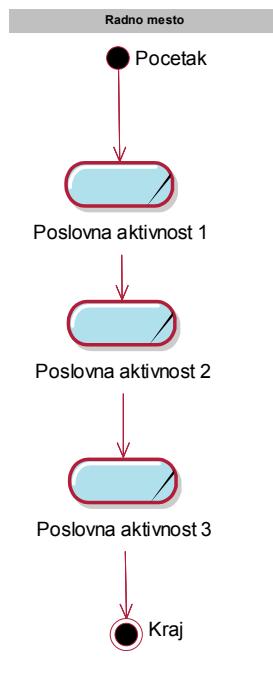
Svaki poslovni slučaj upotrebe u daljem tekstu opisaće se pomoću poslovnih dijagrama aktivnosti.

#### **4.2.2. Dijagram poslovnih aktivnosti**

***Dijagram poslovnih aktivnosti*** koristi se za objektno orijentisanu specifikaciju informacionih sistema, za opis aktivnosti vezanih za poslovni proces, tj. poslovni slučaj upotrebe. Dijagram poslovnih aktivnosti prikazuje sekvencijalni tok aktivnosti, a sastoji se od: stanja, akcija i prelaza. Dijagram poslovnih aktivnosti jednog posla predstavlja opis odvijanja aktivnosti u poslovnom slučaju upotrebe.

Model poslovnih slučajeva upotrebe detaljno opisuje poslovne procese korišćenjem UML-ovog dijagrama poslovnih slučajeva upotrebe koji se obavljaju u konkretnom organizacionom i tehnološkom okruženju. Poslovni slučajevi upotrebe opisuju funkcionalnost sistema iz perspektive rukovodstva.

***Izrada dijagrama poslovnih aktivnosti poslovnih slučajeva upotrebe*** – Na osnovu prikupljenih zahteva i definisanih poslovnih slučajeva upotrebe, definiše se dijagram poslovnih aktivnosti koji treba da bude osnova za izradu modela sistemskih slučajeva upotrebe za izabrane poslovne aktivnosti iz dijagrama poslovnih aktivnosti.



Slika 4.27 – Grafički prikaz izrade dijagrama poslovnih aktivnosti

Dijagram poslovnih aktivnosti definiše se za samo jednog poslovnog učesnika koji ima naredbodavnu ulogu.

U okviru dijagrama poslovnih aktivnosti izdvajaju se aktivnosti koje će u sledećoj fazi objektno orijentisane analize biti opisane kroz sistemske slučajeve upotrebe i sistemske dijagrame aktivnosti.

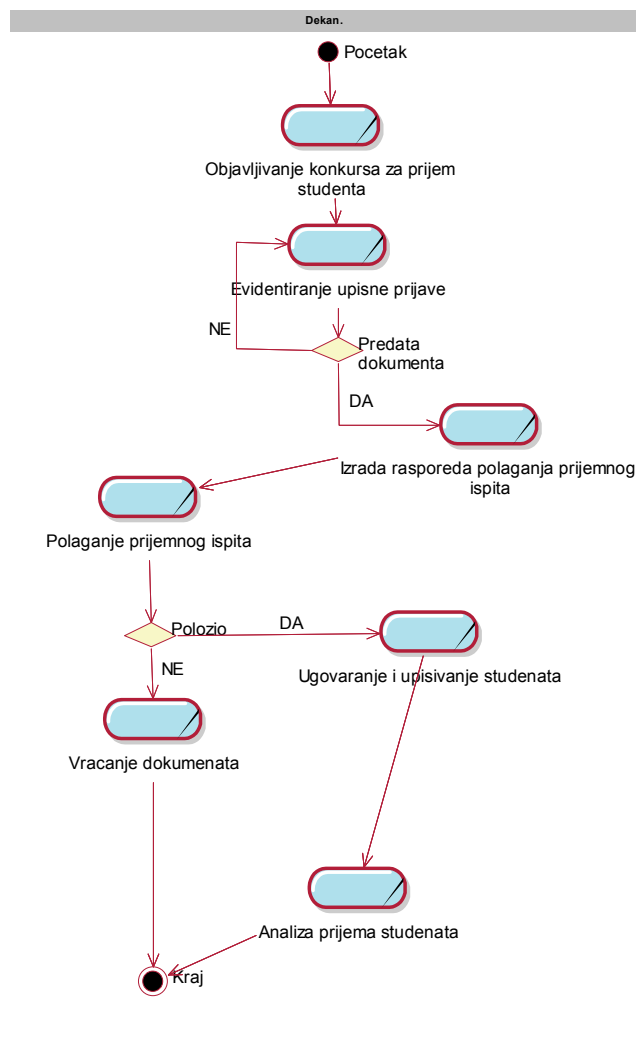
#### ***Dijagram poslovnih aktivnosti za poslovni slučaj upotrebe prijema studenata***

Prijem studenata se odnosi na planiranje broja studenata i uslove upisa na sve vidove studija. Na osnovu upisne politike, istraživanja potreba i zahteva zainteresovanih strana (privrede, industrije, NIO i drugih subjekata) za stručnjacima, utvrđuje se broj kandidata koji će biti primljeni na studije. Na osnovu svih ovih informacija definišu se svi elementi neophodni za raspisivanje konkursa, i raspisuje se konkurs za upis. Konkurs sadrži sve elemente neophodne za prijem studenata i njihov upis, kao što su: uslovi upisa, datumi prijavljivanja,

informacije vezane za prijemne ispite, neophodna dokumenta za prijavljivanje na konkurs i sve ostale informacije potrebne i dovoljne za upis studenata.

*Analiza prijema studenata* je predmet naših daljih razmatranja i izvodi se zbog potrebe analize uspeha prethodnog školovanja, proseka godina starosti studenata, proseka na prijemnom ispitu.

Na slici 4.28 prikazan je dijagram poslovnih aktivnosti prijema studenata.



Slika 4.28 – Dijagram poslovnih aktivnosti za poslovni slučaj upotrebe prijema studenata

***Dijagram poslovnih aktivnosti za poslovni slučaj upotrebe personalnog praćenja studenta***

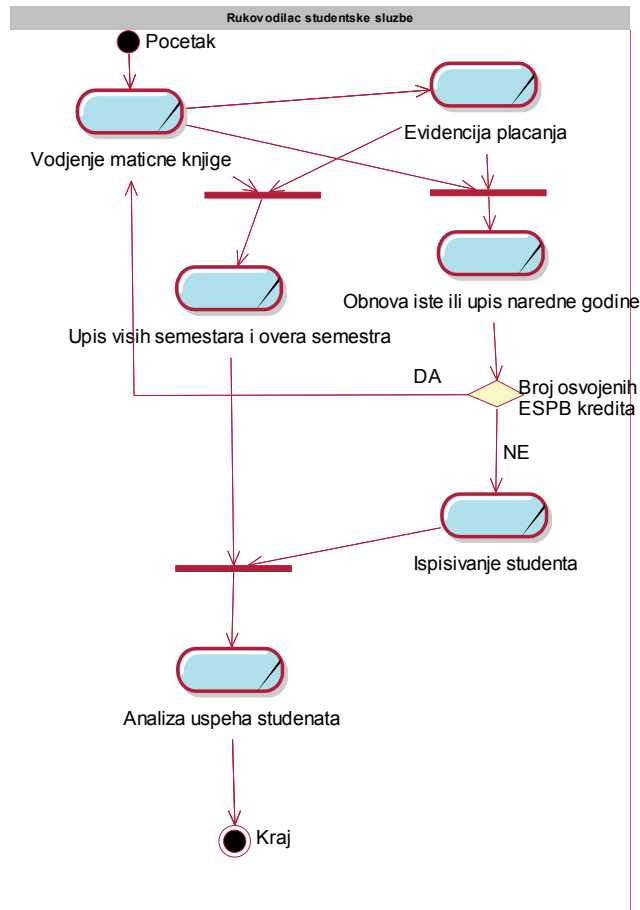
Na osnovu informacija o praćenju ispita i spiska primljenih studenata, referent studentske službe izvodi aktivnost vođenja matične knjige koji kao izlaz daje informacije iz matične knjige, koji su ulaz za aktivnost upis viših semestara i overa semestra.

Aktivnost upis viših semestara i overa semestra radi referent studentske službe. Kao rezultat dobija se rešenje o overi semestra koje se zavodi u matičnu knjigu.

Na osnovu informacija iz matične knjige vidimo šta student treba da plati i u okviru aktivnosti evidentiranje plaćanja studenta vrši se uplaćivanje. Povratna informacija se šalje u proces overa i upis viših semestara.

***Analiza uspeha studiranja*** je predmet naših daljih razmatranja i izvodi se zbog potrebe praćenja uspešnosti studiranja.

Na slici 4.29 prikazan je dijagram poslovnih aktivnosti personalno praćenje studenta.



Slika 4.29 – Dijagram poslovnih aktivnosti za poslovni slučaj upotrebe personalnog praćenja studenta

**Poslovni dijagram aktivnosti za poslovni slučaj upotrebe praćenja ispita**

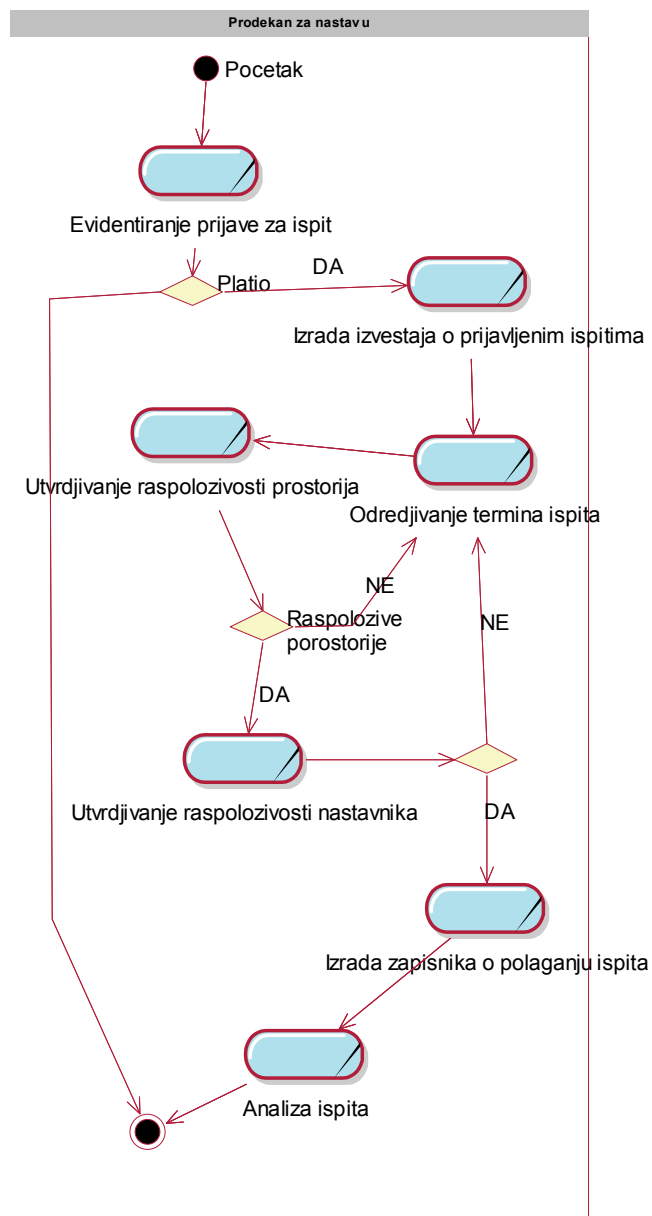
Poslovni slučaj upotrebe praćenja ispita sastoji se iz sledećih aktivnosti:

- ❑ evidentiranje prijave ispita se vrši na osnovu uplate studenta i prijave za ispit;
- ❑ lista prijavljenih studenata po predmetu definiše se na osnovu evidentiranih prijava ispita;

- ❑ utvrđivanje raspoloživih prostorija vrši se na osnovu broja prijavljenih studenata po ispitu i raspreda ispita za dati ispitni rok;
- ❑ utvrđivanje raspoloživosti nastavnika se vrši na osnovu rasporeda ispita za dati ispitni rok i obavljenih konsultacija sa nastavnikom;
- ❑ otvaranje zapisnika o polaganju ispita se vrši na osnovu rasporeda ispita za dati ispitni rok, spiska odobrenih prostorija za ispitni rok i spiska nastavnika za dati ispitni rok, i
- ❑ analiza ispita se vrši na osnovu popunjenih zapisnika o polaganju ispita.

*Analiza ispita* je predmet naših daljih razmatranja i izvodi se zbog potrebe praćenja prolaznosti na ispitima po ispitnim rokovima i po institucijama.

Na slici 4.30 prikazan je dijagram poslovnih aktivnosti za poslovni slučaj upotrebe praćenja ispita.



Slika 4.30 – Dijagram poslovnih aktivnosti za poslovni slučaj upotrebe praćenja ispita



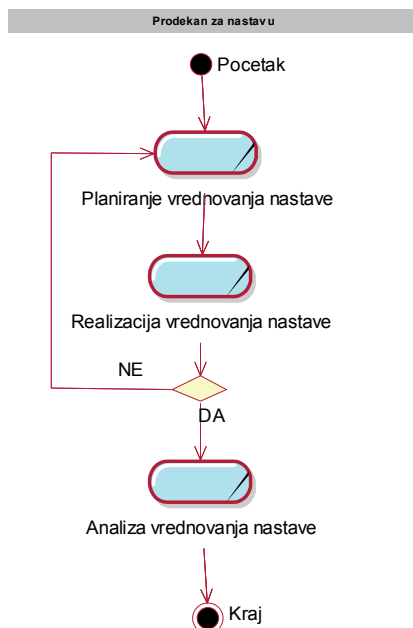
### ***Poslovni dijagram aktivnosti za poslovni slučaj upotrebe vrednovanja obrazovanja***

Poslovni slučaj upotrebe vrednovanja nastave sastoji se od:

- ❑ planiranja vrednovanja nastave, koje se izvodi na osnovu pravilnika o izvođenju studentske ankete i studijskog programa;
- ❑ realizacija vrednovanja nastave se izvodi na osnovu matične knjige studenata, termin-plana vrednovanja nastave i upitnika o vrednovanju nastave;
- ❑ analiza vrednovanja nastave, koja se izvodi na osnovu obrađenih anketnih upitnika.

***Analiza vrednovanja nastave*** je predmet naših daljih razmatranja i izvodi se zbog potrebe poboljšanja kvaliteta obrazovnog procesa.

Na slici 4.31 prikazan je dijagram poslovnih aktivnosti za poslovni slučaj upotrebe vrednovanja nastave.



*Slika 4.31 – Dijagram poslovnih aktivnosti za poslovni slučaj upotrebe realizacije studijskog programa*

## ***Objektno orijentisana analiza***

- Izrada modela sistemskih slučajeva upotrebe
- Izrada konceptualnog modela
- Izrada dijagrama interakcije

## 5. Objektno orijentisana analiza

Proces Objektno orijentisane analize (u daljem tekstu OO analiza) definiše objekte sadržane u realnom sistemu i njihovu međusobnu saradnju. OO analiza u prvi plan stavlja istraživanje problema, tj. nalaženje i opisivanje objekata (konceptata) u domenu problema, ne dajući odgovore na pitanje kako su rešenja definisana. OO analiza predstavlja najkritičniju fazu, jer je potrebno uočiti koji se objekti pojavljuju u realnom sistemu i specifikovati attribute i interakciju između objekata.

Osnovu za OO analizu predstavljaju poslovne aktivnosti pod nazivom „analiza“, definisane u okviru dijagrama poslovnih aktivnosti koji opisuju poslovne slučajeve upotrebe (poglavlje definisanje zahteva), što predstavlja osnovu za:

- izradu sistemskih slučajeva upotrebe, gde su definisani sistemski slučajevi upotrebe i, ako je potrebno, ogovarajući dijagrami aktivnosti;
- konceptualnog modela, gde se definiše koncept, asocijacije između konceptata i odgovarajući atributi, i
- izradu dijagrama interakcije, gde se definišu dijagram sekvenci i dijagram saradnje.

Modelirajući realni sistem za sistemske slučajeve upotrebe, objekti i njihove veze se predstavljaju određenim brojem konceptata koji služe za formiranje jasnog i potpunog modela realnog sistema kao uslov za implementaciju na računaru (CASE alat *RationalRose*). Može se, dakle, reći da je proizvod procesa OO analize konceptualni model sistema koji je kroz svoju nadgradnju vezanu za izradu dijagrama interakcije, osnova za objektno orijentisan dizajn.

### 5.1. Izrada modela sistemskih slučajeva upotrebe

*Sistemski slučajevi upotrebe* detaljno opisuju pojedine poslovne aktivnosti definisane u okviru dijagrama poslovnih aktivnosti. Oni opisuju funkcionalnost sistema iz korisničke perspektive; predstavljaju polazni korak za

prikaz upotrebe sistema iz perspektive budućih korisnika u raznim karakterističnim situacijama.<sup>19</sup>

Sistemske slučajeve upotrebe vezani su za odgovarajuće organizaciono tehnološko okruženje i podrazumevaju detaljan opis poslovnih procesa kao sekvence aktivnosti.

Sistemske slučaj upotrebe je podložan češćim izmenama zbog promene organizacije i tehnologije obavljanja posla, koje se izražavaju novim dijagramima aktivnosti u kojima se koriste ranije definisani poslovni procesi.

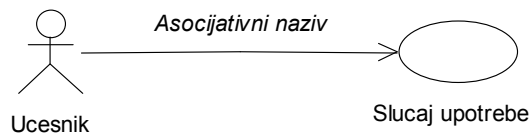
**Model sistemskih slučajeva upotrebe** predstavlja:

- ❑ atomsku transakciju, jer po njegovom završetku informacioni sistem ostaje u konzistentnom stacionarnom stanju, i
- ❑ logičku jedinicu posla u realnom vremenu, nešto što ima značenje za korisnika, bez obzira na njegovu složenost.

Dijagrami slučajeva upotrebe su dijagrami koji po UML standardu sadrže:

- ❑ objekte (učesnici i slučajevi upotrebe) i
- ❑ veze.

Učesnik (*Actor*) učestvuje u slučajevima upotrebe (*Use-Case*) preko veze koja se prikazuje asocijativnom (koja može da se dodatno opiše asocijativnim nazivom) tipa „u interakciji je sa“ ili „interakciji“.



*Slika 5.1 – Dijagram sistemskih slučajeva upotrebe*

**Izrada sistemskog dijagrama aktivnosti** – Dijagram sistemskih aktivnosti prikazuje sekvencijalni tok poslovnih aktivnosti, a sastoji se od: stanja, akcija i prelaza. Aktivnost (*Activity*) predstavlja neatomično izvršavanje u okviru nekog stanja.

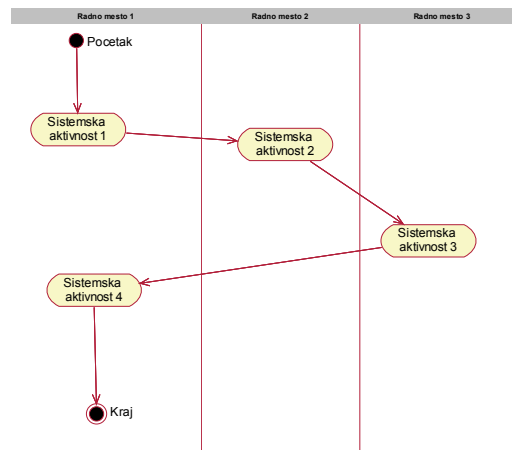
---

<sup>19</sup> Ibidem, str. 21.

Dijagram aktivnosti koristi se za objektno orijentisanu specifikaciju informacionih sistema, za opis aktivnosti vezanih za slučaj upotrebe. Jedan slučaj upotrebe se posmatra kao sistem koji ima svoja stanja u kojima se obavljaju aktivnosti, dok prelaze iz jednog u drugo stanje diktiraju događaji.

**Dijagram sistemskih aktivnosti** sadrži:

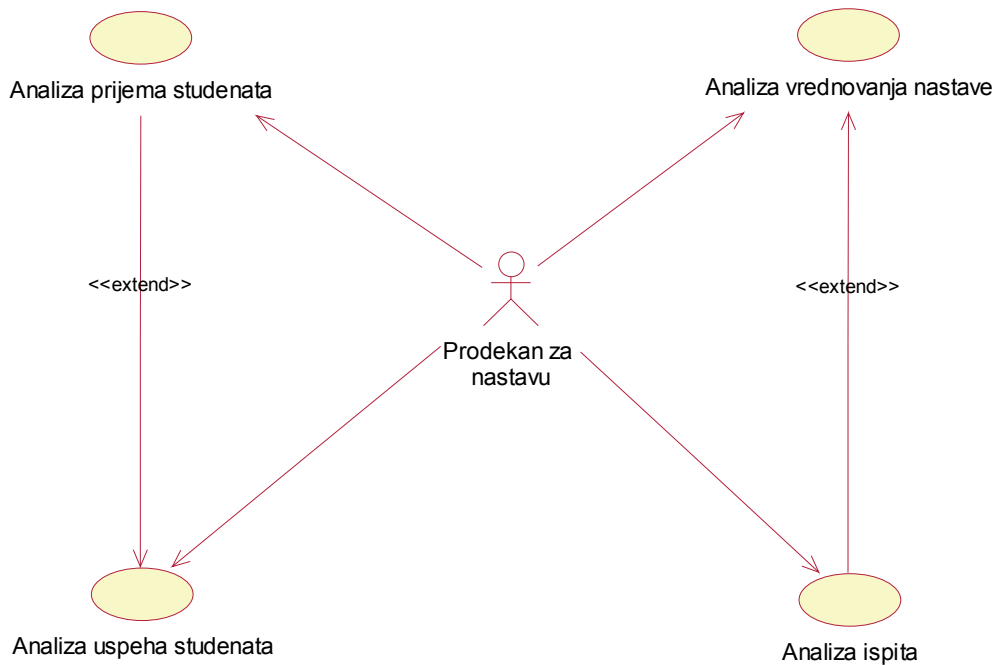
- ❑ plivačke staze (*Swimlanes*) koje specifikuju odgovornosti za delove celokupne aktivnosti i nemaju neku duboku semantiku;
- ❑ stanja dijagrama aktivnosti – predstavljaju poslovnu aktivnost, i
- ❑ tranzicije koje predstavljaju prelazak iz faze u fazu koja je prouzrokovana nekim događajem.



*Slika 5.2 – Primer dijagrama sistemskih aktivnosti*

U njemu se predstavljaju samo aktivna stanja (aktivnosti) i samo završeci aktivnosti kao događaji koji diktiraju redosled aktivnosti. Sve druge vrste događaja posmatraju se kao izuzeci koji mogu da promene normalan redosled aktivnosti, u bilo kojem trenutku, odnosno stanju posla.

Na osnovu izrađenog modela poslovnih slučajeva upotrebe u kojima su specifikovani u dijagrami aktivnosti koji opisuju pojedine poslovne slučajeve upotrebe, sačinjen je model sistemskih slučajeva upotrebe. Sistemski slučajevi upotrebe omogućavaju grubi opis dinamike aktivnosti budućeg rada prodekana za nastavu, kao što se vidi na slici 5.3.



Slika 5.3 –Dijagram sistemskih slučajeva upotrebe

Sistemska slučaj upotrebe sugerise način na koji će se prodekan za nastavu nalaziti u interakciji sa budućim softverskim rešenjem, tj. moraju se predvideti događaji koje će sistemski učesnik u liku prodekana za nastavu generisati.

Sistemska učesnik koji izvodi analize na fakultetu je prodekan za nastavu. Identifikovan je kao korisnik funkcionalnosti sistema, koji će imati podršku sistema u obavljanju dnevnih zadataka i zainteresovan je za rezultate koje sistem proizvodi.

Sistemska učesnik prodekan za nastavu komunicira sa sistemskim slučajevima upotrebe, kao što je pokazano na prethodnoj slici.

Sistemska slučaj upotrebe *analiza prijema studenta* ima za cilj da obezbedi informacije o izvorima saznanja na osnovu kojih se studenti upisuju na visokoškolsku instituciju, proseku ocena koji student donosi iz srednje škole, proseku starosti studenata, o srednjim školama iz kojih studenti dolaze, u nekoliko uzastopnih godina.

Sistemski slučaj upotrebe *analiza uspeha studiranja* ima za cilj da obezbedi:

- informacije o najuspešnijim studentima po godinama studija i institucijama;
- poređenje broja upisanih studenata na određenu godinu studija sa brojem studenata koji su upisali narednu godinu studija, u zavisnosti od proseka na prijemnom ispitu, proseka iz srednje škole, a po godinama studija i institucijama;
- poređenje broja studenata koji su obnovili određenu godinu studija ili se ispisali, u zavisnosti od proseka na prijemnom ispitu, proseka iz srednje škole, a po godinama studija i institucijama.

Sistemski slučaj upotrebe *analiza ispita* ima za cilj da obezbedi informacije o prolaznosti na ispitima po nastavnicima, ispitnom roku i institucijama. Da da informacije o broju studenata koji u prvom ispitnom roku prijavljuju ispite, u odnosu na broj prijavljenih studenata.

Sistemski slučaj upotrebe *analiza vrednovanja nastave* ima za cilj da obezbedi informacije o praćenju kvaliteta nastave, literaturi i radu opštih službi po godinama.

## **5.2. Izrada konceptualnog modela**

Dijagram koncepta opisuje domen realnog sistema i ne predstavlja model softverskog rešenja. Formalno gledano, koncept je nadgradnja osnovne ideje i predstavlja definisanje modela podataka koji smo opisali u okviru IDEF1X metodologije. U notaciji UML-a dijagram koncepta se predstavlja dijagramom klasa bez definisanih operacija. U cilju analize kojoj on pripada, doprinosi dekompoziciji domena problema identifikujući koncepte, attribute i relacije.

Dijagram koncepta nije opis softverskih komponenti, jer predstavlja objekte u realnom svetu. Zato je pogrešno reći da dijagram klasa predstavlja dijagram koncepta dopunjen operacijama klasa, jer model klasa predstavlja implementaciju realnog problema na računaru.

**Konceptima** se prave apstrakcije koje su izvučene iz problema koji se rešava. Svaka od ovih apstrakcija je deo rečnika sistema, tako da one zajedno predstavljaju stvari koje su važne i za korisnike i za one koji projektuju sistem.

Korisnicima nije teško da većinu apstrakcija identifikuju zbog toga što se njima tipično označavaju stvari, na način koji korisnici već upotrebljavaju za opis svog sistema. Za one koji rešavaju problem, ove apstrakcije su samo stvari u tehnologiji koje su deo rešenja.

Kako je koncept opis stvari u realnom sistemu, iskaz se odnosi na attribute implementirane u kontekstu entiteta realnog sistema i odgovarajuće operacije.

U okviru aktivnosti definisanja koncepata treba, na osnovu prethodno definisanih zahteva i spoznaje sistema, odrediti objekte (koncepte) koji se javljaju u sistemu i svaki od njih opisati određenim atributima.

Konceptom se opisuju stvari u realnom sistemu i na osnovu njih se kasnije, u fazi objektno orijentisanog dizajna, definišu odgovarajuće klase i objekti koji definišu odgovarajuća softverska rešenja.

**Definisanje atributa operacija** – Atribut je logička vrednost podataka za objekt. Atributi se mogu definisati i u okviru slučajeva upotrebe, sugerišući ili dajući nagoveštaj o potrebi za informacijom. Attribute na konceptualnom nivou treba predstaviti jednostavnim tipovima vrednosti (*Boolean, Date, Number, String, Time*), a ne treba predstavljati prenesene ključeve.

**Definisanjem veza između koncepata** uspostavljaju se asocijacije između prethodno definisanih koncepata. U okviru UML-a asocijacije se opisuju kao „strukturne relacije“ između objekata za različite tipove.

Apstrakcijama će se otkriti da veoma mali broj koncepata stoji sam. Većina njih saraduje sa drugima na više načina. Stoga, kada se pravi konceptualni model, ne samo da se moraju identifikovati stvari koje formiraju rečnik modela, već se, takođe, mora definisati i kako te stvari stoje jedna u odnosu na drugu.

Koriste se sledeći tipovi veza:

- *Asocijacija* je strukturalni odnos koji predstavlja grupu veza slične strukture i jedinstvene semantike. Ovaj tip veze odgovara *neidentifikujućoj* vezi u IDEF1X metodologiji:



Slika 5.4 – Tip veze asocijacija

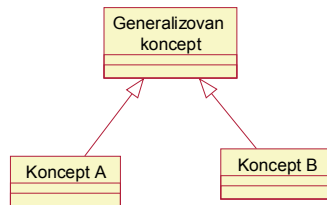


- ❑ *Agregacija* je specijalni oblik asocijacije i jači je oblik veze, gde se uspostavlja veza između celine i dela (celina je sastavljena od delova). Agregacija se prikazuje kao linija koja spaja klase sa malim romбом uz klasu koja se odnosi na celinu (*Parent*) i pandan je *identifikujućoj* vezi u IDEF1X metodologiji:



Slika 5.5 – Tip veze agregacija

- ❑ *Generalizacija* predstavlja *hijerarhijsku* vezu između koncepata:



Slika 5.6 – Tip veze generalizacija

Konceptualni model definiše se za sistemske slučajeve upotrebe i predstavlja osnovu za izvođenje sledećih koraka, kako za izradu dijagrama iteracije, tako i za pripremu podataka za analitičko procesiranje informacija i dimenziono modeliranje, gde će pretrpeti korekcije i dopune.

Na osnovu metodologije date u poglavlju 2, a koja za osnovu ima elemente definisane u A. Veljović<sup>20</sup>, postavljeni su koncepti za sledeće sistemske slučajeve upotrebe:

- ❑ analiza prijema studenta,
- ❑ analiza uspeha studiranja,
- ❑ analiza ispita i
- ❑ vrednovanje obrazovanja.

<sup>20</sup> Veljović, A., „Objektno modeliranje informacionih sistema“, Megatrend univerzitet, 2006.

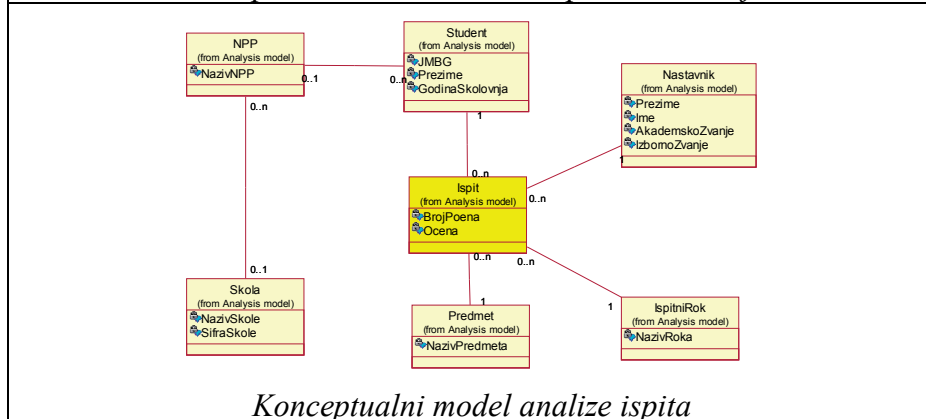
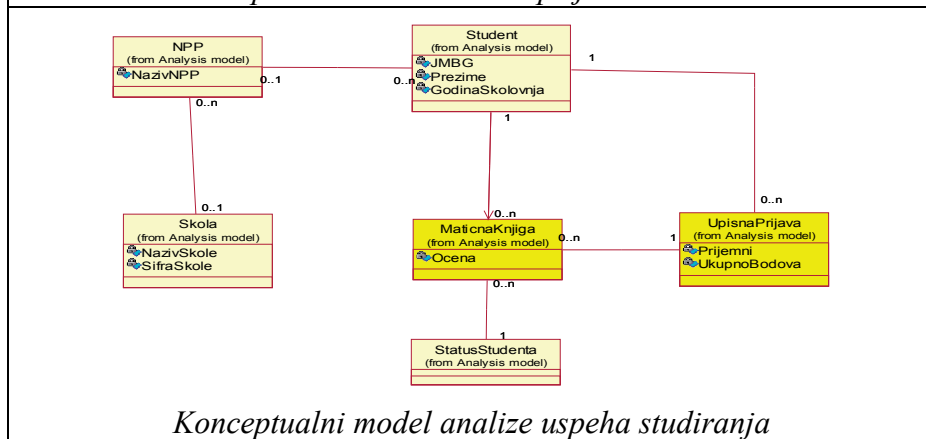
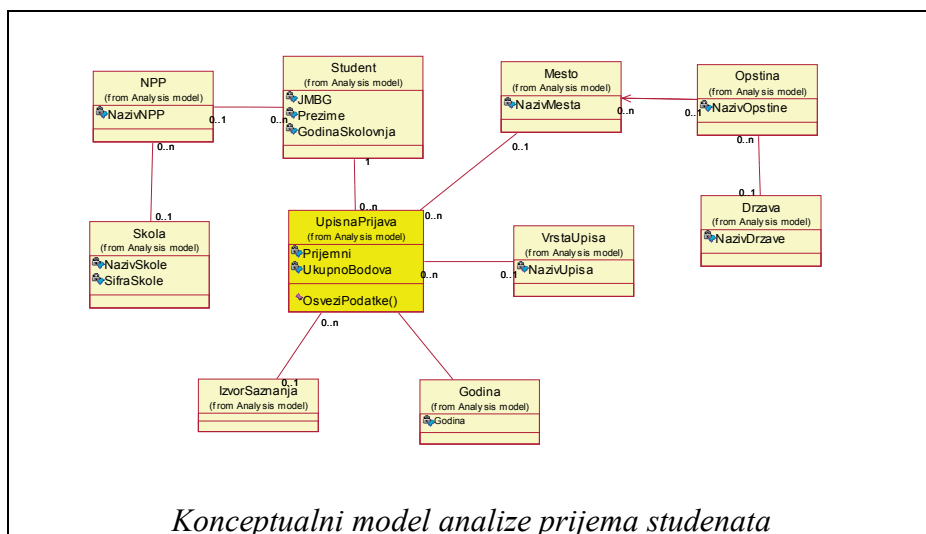
Na osnovu prikupljenih izvornih zahteva definisanih, i na osnovu potreba za izradom skladišta podataka, izdvojeni su koncepti kojima se definišu *činjenice* i koncepti kojima se definišu *dimenzije*. Na slici 5.7 prikazani su koncepti navedenih slučajeva upotrebe. Za svaki od njih definisani su koncepti činjenica i dimenzija i uspostavljene relacije između njih na osnovu transakcionih modela podataka (definisanih u poglavlju Prikupljanje izvornih zahteva).

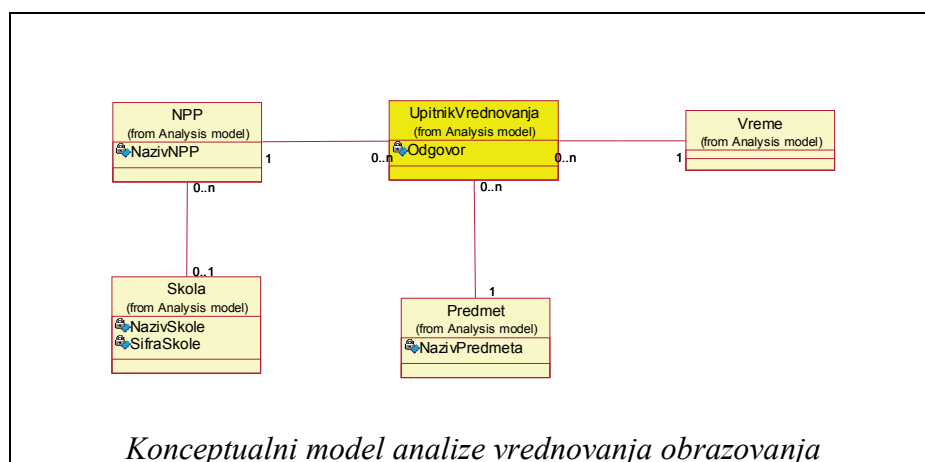
Koncepti kojima se definišu *činjenice* su:

- upisna prijava*, za koncept analize prijema studenata, koji u sebi sadrži *mere*: prijemni i ukupno bodova;
- upisna prijava i matična knjiga* (koja u sebi sadrži *meru*: ocene) za koncept analize uspeha studiranja;
- ispit* (*mere*: broj ocena i ocene) za koncept analize ispita, i
- upitnik vrednovanja* (*mera*: odgovor) za koncept analize vrednovanja obrazovanja.

Koncepti kojima se definišu *dimenzije* su:

- škola*, koji u sebi sadrži naziv škole i šifru škole;
- studijski program*, koji u sebi sadrži naziv nastavnog plana i programa (NPP);
- student*, koji u sebi sadrži JMBG, prezime i godinu školovanja;
- godina studija*, koja u sebi sadrži naziv godine studija;
- mesto*, koje sadrži naziv mesta;
- opština*, koja sadrži naziv opštine i
- država*, koja sadrži naziv države;
- vrsta upisa*;
- ispitni rok*, koji u sebi sadrži naziv roka;
- predmet*, koji u sebi sadrži naziv predmeta;
- nastavnik*, koji u sebi sadrži prezime, ime, akademsko zvanje i izbornu zvanje;
- predmet*, koji u sebi sadrži naziv predmeta;
- vreme*;
- odluka*, i
- izvor saznanja*.





*Slika 5.7 – Konceptualni modeli*

### 5.3. Izrada dijagrama interakcije

Kada se modeluju dinamički aspekti sistema, dijagrami interakcije se koriste na jedan od sledeća dva načina.

Za modelovanje tokova kontrole po vremenskom redosledu koristi se **dijagram sekvenci**. Modelovanje toka kontrole po vremenskom redosledu naglašava prolaženje poruka, tj. kako se one prostiru kroz vreme, što je posebno koristan način za vizuelizaciju dinamičkog ponašanja u kontekstu scenarija slučaja upotrebe. Dijagrami sekvenci su bolji od kolaboracionih za posao oko jednostavne iteracije i grananja.

Za modelovanje tokova kontrole po organizaciji, koristi se **dijagram saradnje**. Modelovanje toka kontrole po organizaciji naglašava strukturne odnose između instanci u interakciji, između kojih se kreću poruke. Dijagrami saradnje su znatno bolji od sekvencijalnih za vizualizaciju složenih iteracija i grananja višestrukih konkurentnih tokova kontrole.

#### 5.3.1. Izrada dijagrama sekvenci

Na osnovu definisanih sistemskih dijagrama slučajeva upotrebe i konceptualnog modela, dijagram sekvenci je jedna od realizacija sistemskih slučajeva upotrebe, koja pokazuje redosled događaja koje generišu spoljni

učesnici za svaki slučaj upotrebe. Sistemski slučaj upotrebe sugerise način na koji se učesnik nalazi u interakciji sa softverskim sistemom, tj. učesnik generise događaje. Imajući to u vidu, osnovna podela dinamike u dijagramu sekvenci je definisana kao:

- ❑ *događaj*, tj. spoljašnji ulazni događaj koji generise učesnik u sistemu, i
- ❑ *operacija (Trigger)*, koja je odziv na događaj u sistemu.

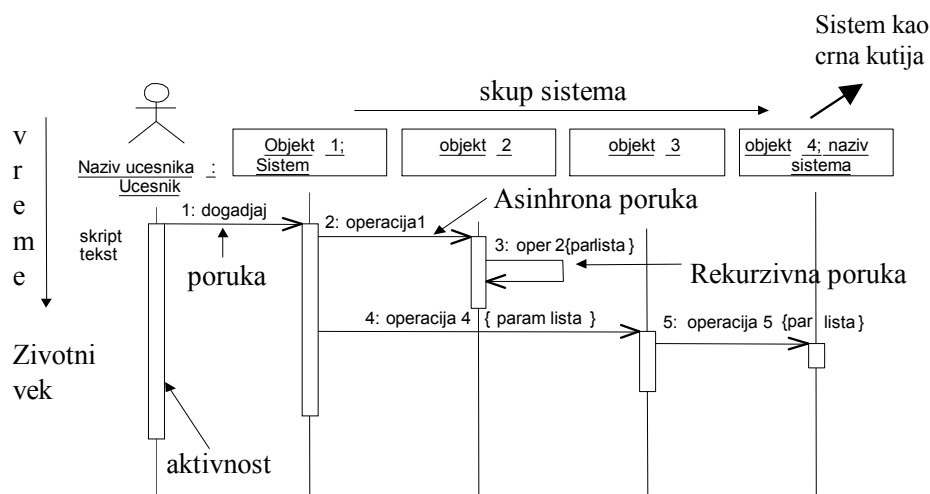
Dijagram sekvenci je prikaz dinamičke saradnje između objekata u vremenu, tj. da je to grafička ilustracija dinamičke interakcije gde objekti komuniciraju preko sekvenci poruka. Takođe, dijagram sekvenci se koristi za prikaz korisničkog interfejsa, jer se definiše sekvenca događaja koje korisnik (interfejs, okolina) prosleđuje sistemu u jednom slučaju upotrebe.

Kao što je rečeno, dijagrami sekvenci pokazuju interakciju između objekata u vremenskoj sekvenci. Oni poseduju dve dimenzije: vreme i kolekciju objekata. Uobičajeno je da se vreme prikazuje po vertikalnoj, a kolekcija objekata po horizontalnoj dimenziji. Na vertikalnoj liniji se može, na pogodan način, predstaviti i vremenska skala. Isto tako je uobičajeno da se na dijagramu sekvenci prikazuju i granice sistema. Oni predstavljaju, obično za jedan slučaj upotrebe, objekte koji su u interakciji i sekvencu događaja (poruka) koje oni razmenjuju. Uz levu ivicu dijagrama sekvenci moguće je opisati sekvencu operacija nad prikazanim objektima, koristeći strukturni prirodni jezik ili neki formalniji način.

Objekti na dijagramu sekvenci su predstavljeni vertikalnim linijama. Na vrhu linije se navodi naziv objekta i/ili simbol objekta. Aktiviranje objekta se predstavlja uskim pravougaonikom na liniji objekta, a predstavlja operaciju (akciju) koju objekt, u periodu predstavljenom dužinom aktivacije, obavlja. Na vrhu aktivacionog objekta se prikazuje događaj (poruka) koji je aktivirao objekt, a na dnu povratna poruka objektu koji je aktivirao posmatrani objekt. Povratna poruka se često ne prikazuje.

Kao što se na slici 5.8 pokazuje, dijagram sekvenci se formira tako što se prvo na vrh dijagrama, duž ose X, postavljaju objekti koji učestvuju u interakciji. Obično se objekti koji započinju interakciju stavljaju levo, a objekti koji slede redom nadesno. Posle toga se poruke koje ovi objekti šalju i primaju smeštaju duž ose Y, u rastućem nizu po vremenskom redosledu od vrha ka dnu. Ovo pruža jasnu asocijaciju na tok kontrole u protoku vremena.

Na slici 5.8 je prikazana notacija dijagrama sekvenci.



Slika 5.8 – Primer dijagrama sekvenci

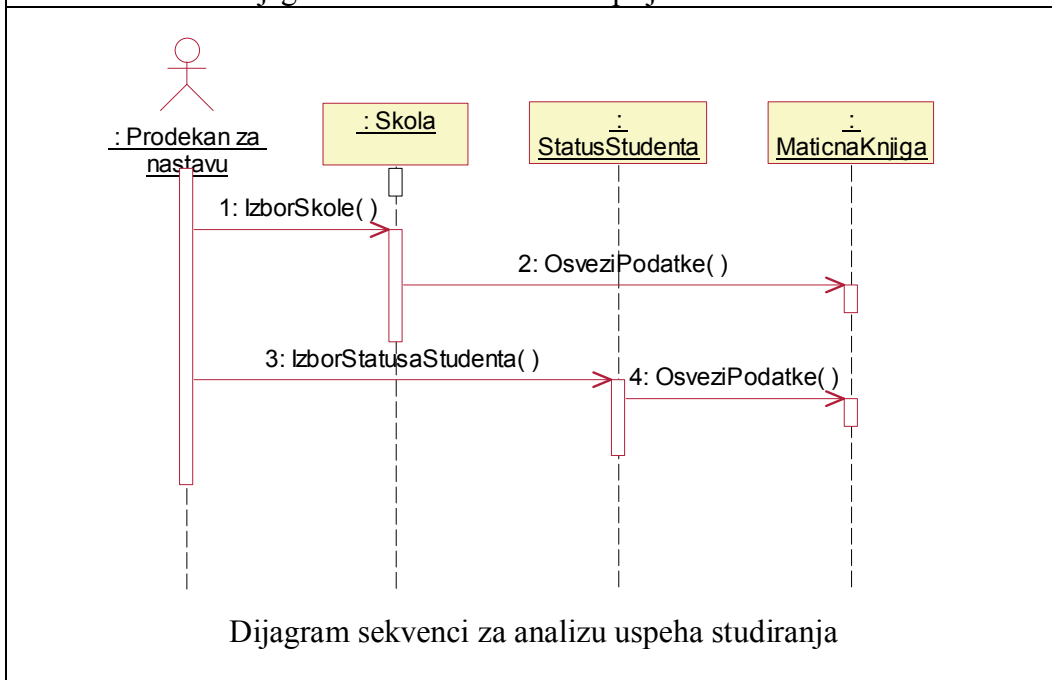
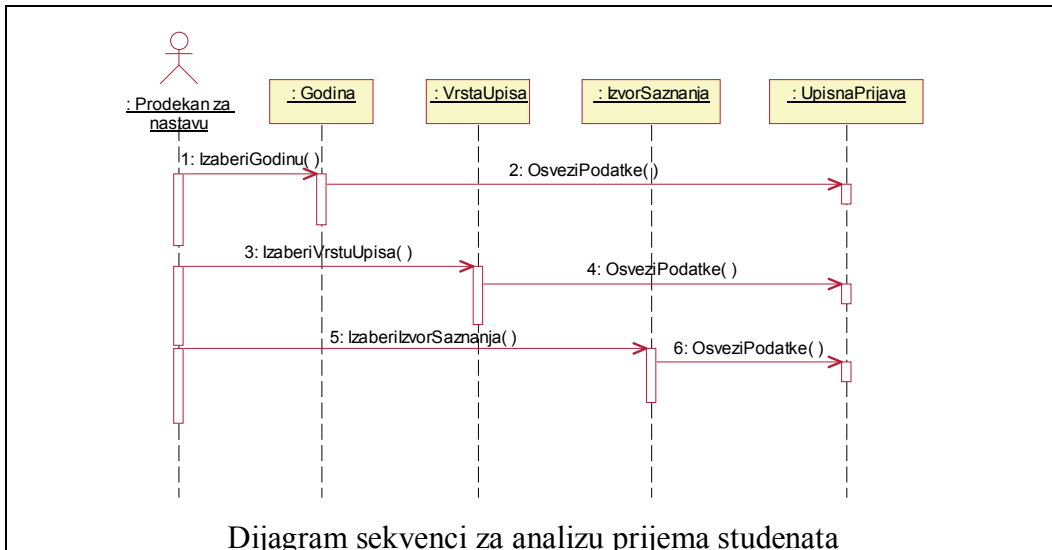
Dijagram sekvenci iz dijagrama slučajeva upotrebe preuzima učesnike, a iz dijagrama koncepta preuzima ose i objekte. U okviru dijagrama sekvenci učesnici mogu biti korisnik ili veštački entitet (softver ili sistem). Objekt je instanca koncepta koja otprema i prima poruke. Moguće je da objekt otpremi poruku samom sebi. Objekti se definišu nazivom objekta i nazivom koncepta, koji su podvučeni i to na sledeći način: *Naziv objekta: Naziv koncepta*.

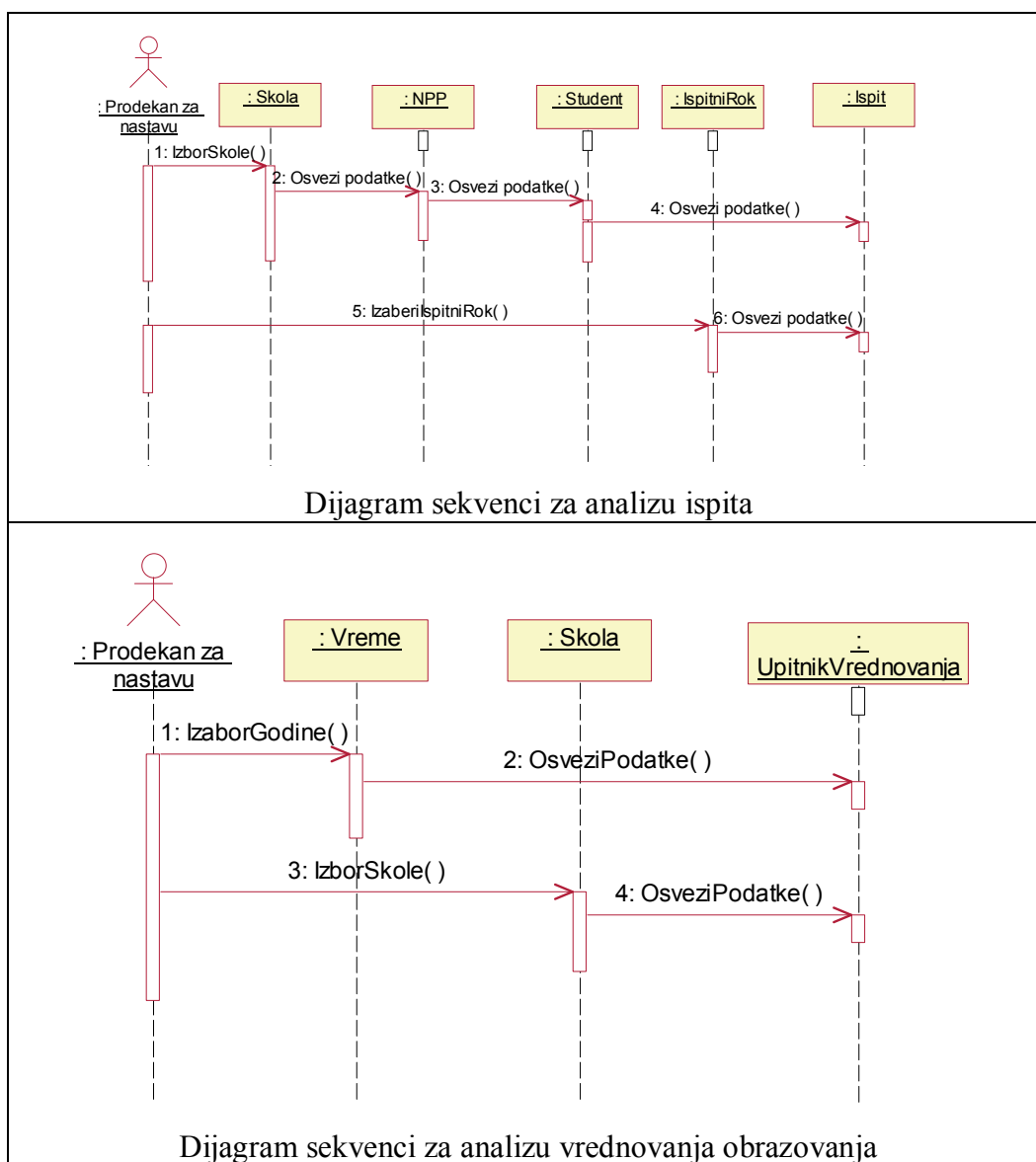
Iz svakog objekta polazi nadole isprekidana linija koja predstavlja njegov životni vek (*lifeline*). Životni vek predstavlja postojanje nekog objekta u periodu vremena. Većina objekata koji se pojavljuju u dijagramu sekvenci postojaće dok traje interakcija, pa su svi ti objekti poređani na vrhu dijagrama, sa svojim životnim vekom povučenim od vrha ka dnu dijagrama. Objekti se mogu praviti u toku interakcije.

Dijagram sekvenci treba da pokaže redosled događaja koji generiše prodekan za nastavu za svaki sistemski slučaj upotrebe, odnosno potrebno je opisati vremenski tok poruka između objekata (definisanih u okviru konceptualnog modela) kojim se realizuje odgovarajuća akcija u sistemu poslovne inteligencije za sledeće sistemske slučajeve upotrebe:

- analiza prijema studenta,
- analiza uspeha studiranja,
- analiza ispita i
- vrednovanje obrazovanja.

Dijagrami sekvenci za nabrojane sistemske slučajeve upotrebe prikazani su na sledećoj slici.





Slika 5.9 – Dijagrami sekvenci

Dijagrami sekvenci prikazani na slici 5.9 opisuju način na koji objekti (:Godina, :VrstaUpisa, :IzvorSazanja, :UpisnaPrijava, :Skola, :StatusStudenta, :MatičnaKnjiga, :NPP, :Student, :IspitniRok, :Ispit, :Vreme,



:UпитnikVrednovanja) u sistemu међусобно комуницирају, остварујући на тај начин оћекивано понашање.

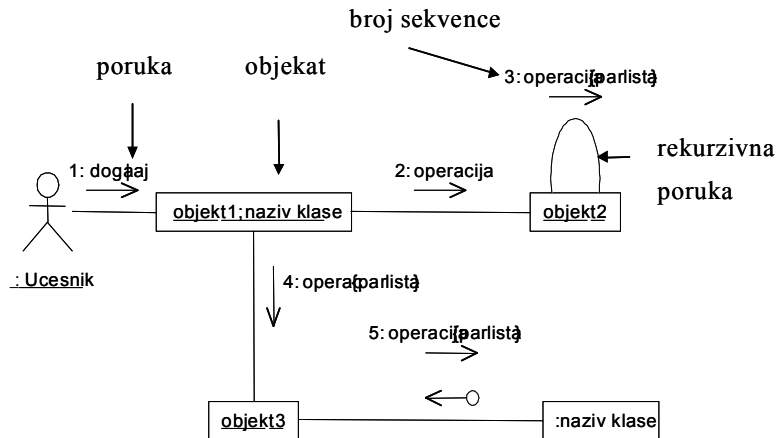
Ovi dijagrami se koriste za specifikaciju vremenskih zahteva i opis složenih scenarija. Poruke između objekata kojim se realizuje odgovarajuća akcija u sistemu (koji se opisuje) su:

- ❑ tipa IzborSkole(), IzborGodine(), IzborVrsteUpisa(), IzborStatusaStudenta(), IzaberiVrsteSaznanja(), IzaberiIspitniRok(), gde se bira objekat posmatranja;
- ❑ tipa OsveziPodatke(), što znači suziti izbor prema prethodno izabranom objektu, koji je prethodio osvežavanju podataka.

### 5.3.2. Izrada dijagrama saradnje

*Dijagram saradnje* ima sličnu strukturu kao dijagram sekvenci, samo što, pored objekata i poruka, prikazuje i veze između objekata. Dijagram saradnje prikazuje interakciju između skupa objekata koji se predstavljaju kao čvorovi nekog grafa. Kako razvoj sistema napreduje i kako struktura koncepta prelazi u strukturu klasa, tako i značaj dijagrama saradnje raste, a dijagrama sekvenci opada, jer je semantika dijagrama saradnje bogatija.

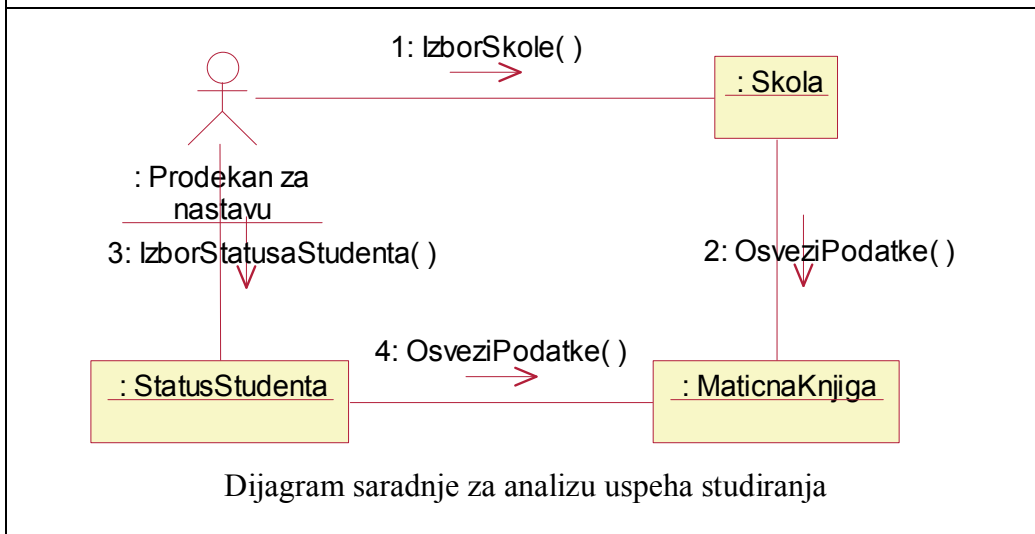
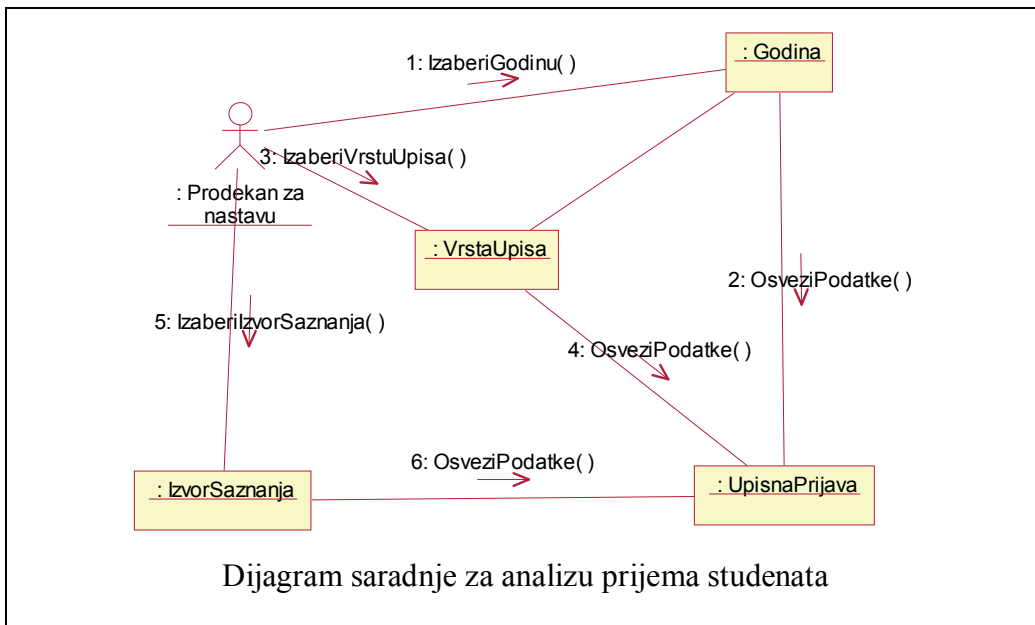
Drugim rečima, pošto su izvedeni iz istih informacija u UML-ovom metamodelu, dijagram sekvenci i dijagram saradnje su међусобно еквивалентни. Posledica toga je da se jedan može превести u други, bez bilo kakvog gubitka informacija. Na sledećoj slici prikazan je primer dijagrama saradnje.

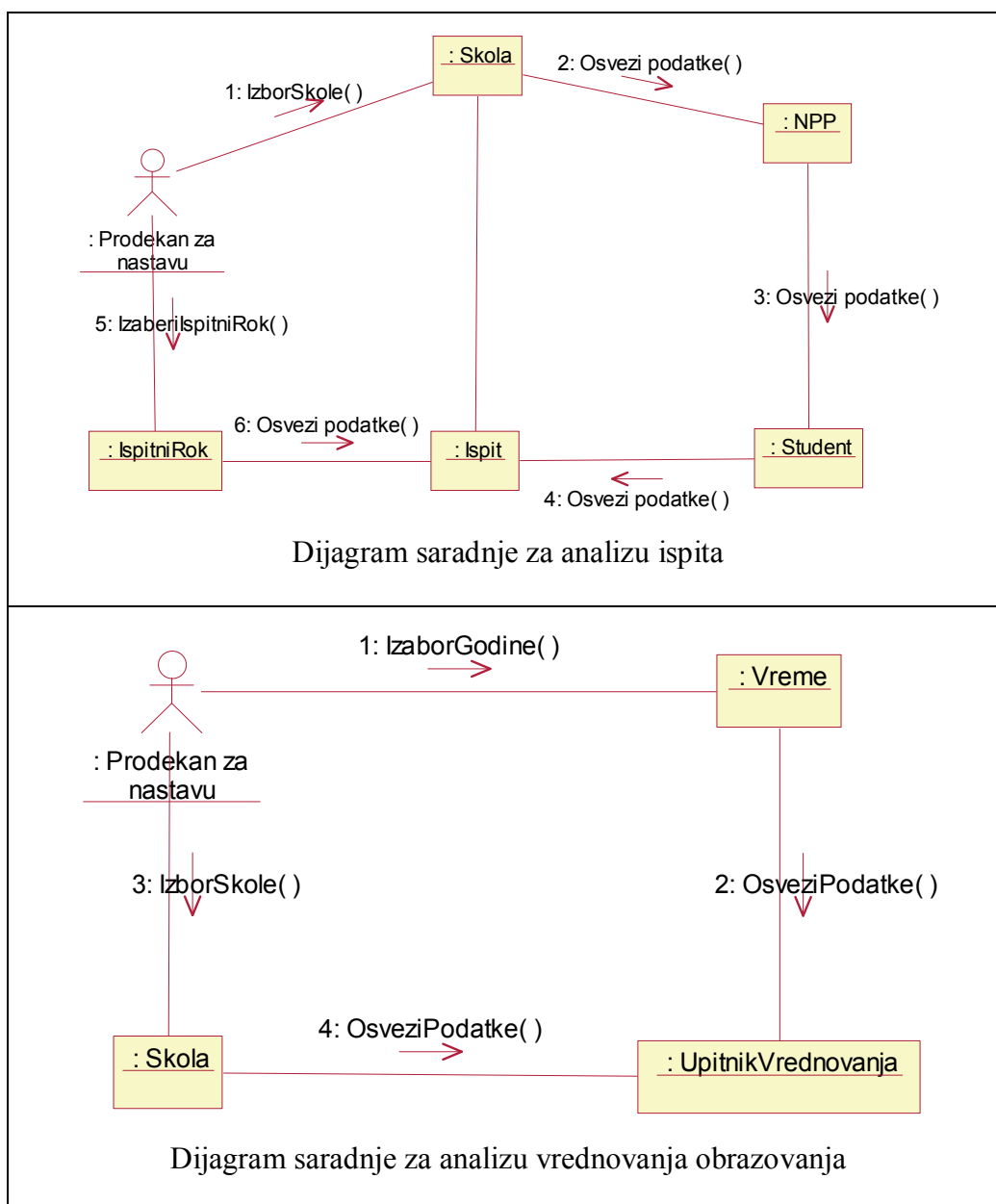


Slika 5.10 – Primer dijagrama saradnje

Dijagram saradnje za već definisan dijagram sekvenci prevodi skup objekata u čvorove grafa i pokazuje veze između prethodno definisanih objekata. Na sledećim slikama prikazani su dijagrami saradnje za:

- analizu prijema studenta,
- analizu uspeha studiranja,
- analizu ispita i
- vrednovanje obrazovanja.





Slika.5.11 – Dijagrami saradnje

Dijagram saradnje opisuje sledeći redosled koraka:

- ❑ Da bi se izvršila analiza prijema studenta, potrebno je izabrati godinu upisa (poruka 1: IzborGodine() za objekat :Godina), vrstu upisa (poruka 3: IzaberiVrstuUpisa() za objekat :VrstaUpisa) i izvor saznanja (poruka 5: IzaberiIzvorSaznanja () za objekat :IzvorSaznanja) koji će na osnovu redosleda koraka prikazanih na prethodnoj slici izvršiti izbor (operacije 2., 4., 6: OsveziPodatke() za objekat :UpisnaPrijava) užeg skupa podataka iz Upisne prijave.
- ❑ Da bi se izvršila analiza uspeha studiranja, potrebno je izabrati školu (poruka 1. IzborSkole() za objekat : Skola), status studenta (poruka 3: IzborStatusaStudenta() za objekat :StatusStudenta), koji će na osnovu redosleda koraka prikazanih na prethodnoj slici izvršiti izbor (operacije 2., 4., OsveziPodatke() za objekat :MaticnaKnjiga) užeg skupa podataka iz matične knjige
- ❑ Da bi se izvršila analiza ispita, potrebno je sa jedne strane izabrati školu (poruka 1: IzborSkole() za objekat : Skola), a potom za studijski program (operacija 2: Osvezi podatke() za objekat :NPP), izabrati studenta (operacija 3: OsveziPodatke() za objekat :Student), a sa druge strane izabrati ispitni rok (poruka 5: IzaberiIspitniRok() za objekat :IspitniRok), da bi se na osnovu redosleda koraka prikazanih na prethodnoj slici izvršio izbor (operacije 4., 6., OsveziPodatke() za objekat :Ispit) užeg skupa podataka iz ispita.
- ❑ Da bi se izvršila analiza vrednovanja obrazovanja, potrebno je izabrati vreme (poruka 1. Izborgodine() za objekat :Vreme ), škole (poruka 3: Izborskole() za objekat :Skola), koji će na osnovu redosleda koraka prikazanih na prethodnoj slici izvršiti izbor (operacije 2., 4., OsveziPodatke() za objekat :UpitnikVrednovanja) užeg skupa podataka iz upitnika vrednovanja.

## ***Objektno orijentisan dizajn***

- Priprema podataka za analitičko procesiranje informacija
- Izrada dimenzionog modela
- Izrada dijagrama klasa

## 6. Objektno orijentisan dizajn

Prethodna faza – *Objektno orijentisana analiza* – vezana je za istraživanje problema i ne bavi se rešavanjem problema, dok faza *Objektno orijentisan dizajn (OOD)* treba da da odgovor na pitanje kako da se izvrši proces fizičkog dekomponovanja sistema na manje softverske celine i blokove, i pri tom izvrši specifikacija statičkih i dinamičkih programskih celina.

Potrebno je pažljivo definisati sva svojstva koja objekti poseduju i precizno definisati sve interakcije između njih. Kao što je već rečeno, tokom objektno orijentisanog dizajna pojedini objekti će dobiti još neka svojstva, koja nisu uočena tokom objektno orijentisane analize (OOA).

Na ovo proširivanje utiču koraci definisani u okviru objektno orijentisanog dizajna:

- priprema podataka za analitičko procesiranje informacija, gde je potrebno izvesti ekstrakciju, čišćenje i transformaciju podataka iz transakcione baze podataka;
- izrada dimenzionog modela, gde je potrebno izvesti definisanje hijerarhije elemenata i atributa, denormalizaciju i kreiranje agregacija, i
- na kraju se definiše konačan dijagram klasa kao osnova za izradu odgovarajućih softverskih rešenja.

Za prethodno definisane sistemske aktivnosti u okviru sistemskih slučajeva upotrebe i dijagrama interakcije u okviru objektno orijentisane analize, objektno orijentisan dizajn treba da omogućiti:

- pripremu podataka za analitičko procesiranje informacija,
- izradu dimenzionog modela i
- izradu dijagrama klasa.

## **6.1. Priprema podataka za analitičko procesiranje informacija**

U procesu razvoja skladišta podataka, priprema podataka je jedna od najbitnijih aktivnosti. Dalji proces razvoja skladišta podataka biće uspešan samo ako je ova aktivnost uspešno završena.

Priprema podataka se vrši na osnovu ranije određenog izvora podataka, pravila za preuzimanje tih podataka, procedure pripreme i zahteva korisnika. Priprema se vrši određenim ekstrakciono-transformacionim alatima kroz sledeće korake:

- ekstrakcija podataka,
- čišćenje podataka i
- transformacija podataka.

Rezultat ovih aktivnosti treba da budu podaci koji će nam omogućiti generisanje metapodataka, na osnovu kojih se može pristupiti dizajnu skladišta podataka.

Proces ekstrakcije, transformacije i učitavanja podataka (u daljem tekstu: ETL) je ključni korak u implementaciji skladišta podataka, odnosno koncepta poslovne inteligencije.

Podaci koji se učitavaju u skladište podataka moraju se transformisati u odgovarajući oblik. Pri tom je izuzetno važno da svi podaci budu transformirani i integrisani u skladište podataka na konzistentan način. To znači da se kroz celo skladište podataka moraju zadržati konzistentne konvencije imenovanja, konzistentne merne jedinice promenljivih, konzistentne strukture šifriranja, i tako dalje.

Priprema podataka za analitičko procesiranje informacija sastoji se od ekstrakcije, čišćenja i transformacije podataka.

**Ekstrakcija podataka** se izvodi iz OLTP baze podataka koja je analizirana u okviru prikupljanja zahteva. U ovoj fazi podaci se inicijalno ekstrahuju u procesu kreiranja skladišta podataka, a kasnije se na osnovu određenih procedura vrši dodavanje novih podataka u skladište podataka. Cilj procesa ekstrakcije podataka je da sve potrebne podatke, u pogodnom i konzistentnom formatu, pripremi za učitavanje u skladište podataka. Ekstrakcija podataka je vrlo jednostavna operacija ako se potrebni podaci nalaze u jednoj relacionoj bazi, ali može da bude i veoma kompleksna operacija ako su podaci smešteni u višestrukim heterogenim operacionim sistemima.



Pre procesa ekstrakcije trebalo bi proveriti da li u bazi podataka iz koje vršimo ekstrakciju nema logičkih grešaka (npr. u tabeli *Student* nema studenta koji se nalazi u tabeli položenih ispita). Ovakve greške bi pre ekstrakcije trebalo ukloniti korišćenjem procedura za proveru grešaka.

Postoji mogućnost da se ne može utvrditi eventualno postojanje logičkih grešaka. To se dešava u situacijama kada se ekstrakcija vrši iz više izvora podataka. Prilikom ekstrakcije iz više izvora podataka, može se javiti i problem nekonzistentnosti podataka usled različitog označavanja istih pojmova (nazivi država se mogu skraćeno označavati sa tri ili sa dva simbola).

**Čišćenje podataka** je sledeći korak jer podaci dobijeni ekstrakcijom moraju se „čistiti“, tj. mora se izvršiti provera logičkih grešaka, „poboljšati“ podaci i eliminisati ostale greške.

*Provera logičkih grešaka*, koja uključuje proveru vrednosti atributa, proveru atributa u kontekstu ostalih podataka u redu, proveru atributa u kontekstu redova druge tabele koja je povezana i provera veza između redova iste ili povezanih tabela (provera prenesenih ključeva).

„*Poboljšanje*“ *podataka* je proces čišćenja kojim se teži da podaci dobiju puno značenje. Primer za ovo su podaci o imenima i adresama. Često su ti podaci (npr. za jednog studenta) smešteni na više mesta u bazi i vremenom postaju nesinhronizovani. Ovim procesom se teži da se takve situacije razreše.

*Eliminisanje ostalih grešaka* je proces u kome se odlučuje o sudbini podataka koji su nepotpuni ili nemaju veliko značenje. Ovi podaci se mogu odbaciti, privremeno smestiti i popraviti ili smestiti u skladište podataka sa tim svojim nesavršenostima.

**Proces čišćenja podataka** ima tri osnovne komponente: proveru podataka, poboljšanje podataka i upravljanje greškama.<sup>21</sup>

Provera podataka se sastoji od brojnih provera, na primer:

- ispravne vrednosti za attribute (provera domena),
- provera atributa u kontekstu vrednosti ostatka reda,
- provera atributa u kontekstu vrednosti povezanih redova u toj ili drugim tabelama, i
- provera veza između redova u toj i drugim tabelama (provera stranih ključeva).

---

<sup>21</sup> Ballard, C., et al., „Data Modeling Techniques for Data Warehousing“, IBM Red Books, 2000.

Poboljšanje podataka je proces čišćenja proverenih podataka kako bi oni postali smisleniji. Najuobičajeniji primer je informacija o imenu i adresi. Često se ove dve informacije smeštaju na različita mesta. Tokom vremena one mogu postati nesinhronizovane. Spajanje podataka na zahtev korisnika je često veoma teško, jer se podaci koji su se nekad poklapali više ne poklapaju. Poboljšanje podataka prepoznaje ovakve podatke.

Upravljanje greškama je proces koji utvrđuje šta da se radi sa podacima koji nisu baš savršeni. Oni mogu biti odbačeni, smešteni u prihvatnu oblast radi popravke ili propušteni u skladište podataka zajedno sa svojim nedostacima. Iz perspektive modela podataka, treba brinuti samo o podacima koji prođu u skladište podataka. Meta podaci za loše podatke treba da sadrže stavke o kvalitetu podataka (tipu greške) i o tačnosti podataka (učestalosti grešaka).

**Transformacija podataka** je kritičan korak u razvoju skladišta podataka jer se u procesu transformacije vrši poslednja priprema podataka pre učitavanja. Proces transformacije može da se uradi i neposredno pre učitavanja podataka u skladište korišćenjem DTS alata. Tipična transformacija podataka uključuje:

- prevođenje polja sa više imena u jedno polje,
- razbijanje polja sa datumom u posebna polja za godinu, mesec i dan,
- prevođenje polja sa jednom reprezentacijom u drugu (npr. sa 1 i 0 u DA i NE),
- kreiranje i dodavanje ključeva za tabele dimenzija.

Po završenoj transformaciji postoje svi uslovi da se pristupi generisanju meta baze podataka, tj. izradi konačnog dimenzionog modela na osnovu konceptualnog modela definisanog u okviru objektno orijentisane analize.

**Transformacija podataka** je kritičan korak u razvoju bilo kojeg skladišta podataka. To je proces koji ima za cilj da osigura razumevanje učitanih podataka i njihovu konzistentnost u skladištu podataka. U transakcionoj bazi podataka često se za pojmove i imena atributa koriste teško razumljiva imena (npr. *brkup*), koja bi krajnjem korisniku bila teška za upotrebu. Takođe, različiti izvori mogu imati i različita imena za isti pojam (npr. *brojkup* i *brkup*). Tokom transformacije podataka, ti pojmovi i imena se transformišu u jednoznačne, standardne poslovne izraze koji su razumljivi krajnjem korisniku (*brkup* je *broj kupca*).

Različiti sistemi mogu imati za iste atribute različite tipove podataka i različite dužine (npr. jedan sistem za šifru artikla ima 12, a drugi 14 numeričkih

znakova). Transformacijom se svi različiti tipovi podataka i dužine prevode u jednoznačan, zahtevani oblik.

Takođe, čest je slučaj da u različitim aplikacijama programeri na različite načine šifriraju isti pojam ili za iste vrednosti atributa upotrebljavaju različite izraze (tipičan primer je definisanje pola, jedna aplikacija pol šifrira kao M i F, druga kao X i Y, a treća kao M i Ž) i zato se fizičkom transformacijom vrši pretvaranje u zahtevani oblik. Poslednji, ali ne najmanje važan zadatak transformacije je kako transformirati podatke koji su nekompletni ili čak nedostaju. Neki takvi podaci se mogu zameniti nekom *default* vrednošću. Za one koji se ne mogu, to treba rešiti na druge načine (upozoriti korisnika da nema tog podatka i slično).

Prilikom transformacije podataka neophodno je sačiniti plan koji će dokumentovati korake koji će dovesti do prebacivanja podataka iz izvora u skladište podataka.

**Ekstrakcija (izvlačenje), transformacija i učitavanje podataka (ETL)** se obavljaju pisanjem skripti u odgovarajućem programskom jeziku (SQL, PL/SQL,...). Takve skripte se zovu mapiranja (*mappings*). Danas postoje mnogi alati i programski paketi (kao što je i *MS SQL Integration services*) koji omogućavaju da se takve skripte „pišu“ u grafičkom okruženju, bez mnogo pisanja koda. Tokom ETL-a procesa podaci se izvlače iz OLTP baze podataka, transformišu se u odgovarajući oblik, pročišćavaju, ispravljaju se greške, a zatim se učitavaju i integrišu u skladište podataka.

Inicijalnim učitavanjem podataka proces izgradnje skladišta nije gotov, jer treba osigurati učitavanje novih podataka u nekim vremenskim intervalima. Tipičan interval je dan, tj. svakodnevno učitavanje novih podataka u skladište. Taj proces se zove periodično punjenje i osvežavanje podataka (*periodical loading and refreshing data*). Nakon inicijalnog punjenja podataka i osiguravanja periodičnog osvežavanja novim podacima, skladište je izgrađeno, ali je skladište potrebno nadgledati i upravljati njime, te ako se javi potreba – i restrukturirati.

Za ekstrakciju podataka iz transakcione baze, korišćeni su SQL upiti. Na sledećim slikama prikazani su upiti kojima je izvršena ekstrakcija podataka iz transakcione baze.

Na slici 6.1 prikazan je postupak ETL (za svaku pojedinačnu analizu), gde su u prvom delu grafički prikazani upiti nad transakcionom bazom podataka, kojima se vrši ekstrakcija podataka, a u donjem delu slike tabelarno je prikazan proces čišćenja i transformacije podataka.

Kriterijumi koji su korišćeni prilikom **transformacije** podataka su:

- ❑ iz matične knjige studenata uzete su *prosečne ocene* i *broj položenih ispita*, za potrebe analize uspeha studiranja;
- ❑ iz upitnika vrednovanja uzeta je *prosečna ocena predmeta* za potrebe analize vrednovanja obrazovanja.

Kriterijumi koji su korišćeni prilikom **čišćenja** podataka su:

- ❑ analizirane su samo osnovne studije (VrstaStudijskogPrograma=1) za potrebe analize prijema studenata, i
- ❑ uzeti su samo oni podaci čija je vrednost različita od nule (NOT NULL), za sve analize.

Column	Alias	Table	Output	Sort Type	Sort Order	Group By	Filter
UpisnaPrijavaID		UpisnaPrijava	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	1	Group By	NOT IS NULL
DosjeID		UpisnaPrijava	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	2	Group By	NOT IS NULL
VrstaUpisaID		UpisnaPrijava	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	3	Group By	NOT IS NULL
VrstaIzvoraSaznanjaID	VIS	UpisnaPrijava...	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	4	Min	NOT IS NULL
MestoID		UpisnaPrijava	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	5	Group By	NOT IS NULL
YEAR(dbo.UpisnaPrijava.DatumPriemnogIspita)	Godina	UpisnaPrijava	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	8	Group By	NOT IS NULL
Prijemni		UpisnaPrijava	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	6	Group By	NOT IS NULL
Ukupno		UpisnaPrijava	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	7	Group By	NOT IS NULL
DatumPriemnogIspita		UpisnaPrijava	<input type="checkbox"/>	Ascending	9	Group By	NOT IS NULL
VrstaStudijskogProgramaID		NPP	<input type="checkbox"/>			Group By	= 1

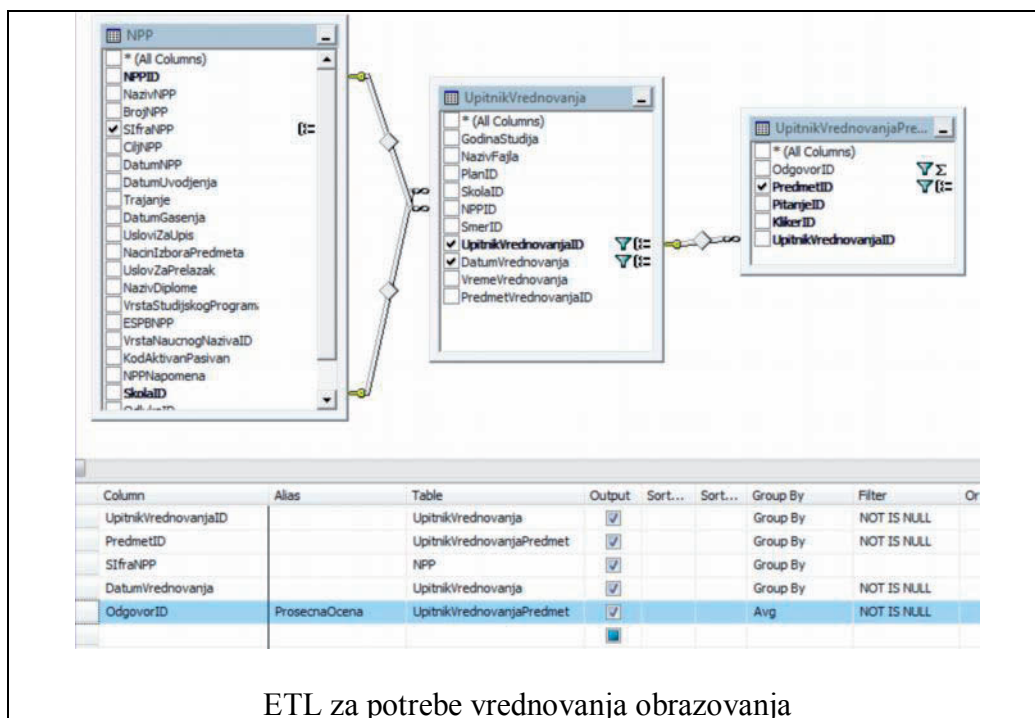
ETL za potrebe analize prijema studenata

Column	Alias	Table	Output	Sort Type	Sort Order	Group By	Filter
UpisnaPrijavaID		UpisnaPrijava	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	1	Group By	NOT IS NULL
DosjeID		UpisnaPrijava	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	2	Group By	NOT IS NULL
VrstaUpisaID		UpisnaPrijava	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	3	Group By	NOT IS NULL
VrstaIzvorSaznanjaID	VIS	UpisnaPrijava...	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	4	Min	NOT IS NULL
MestoID		UpisnaPrijava	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	5	Group By	NOT IS NULL
YEAR(dbo.UpisnaPrijava.DatumPrijemnogIspita)	Godina		<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	8	Group By	NOT IS NULL
Prijemni		UpisnaPrijava	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	6	Group By	NOT IS NULL
Ukupno		UpisnaPrijava	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	7	Group By	NOT IS NULL
DatumPrijemnogIspita		UpisnaPrijava	<input type="checkbox"/>	Ascending	9	Group By	NOT IS NULL
VrstaStudjskogProgramaID		NPP	<input type="checkbox"/>			Group By	= 1

### ETL za potrebe analize uspeha studiranja

Column	Alias	Table	Output	Sort Type	Sort Order	Group By	Filter	Or...	Or...
DosjeID		ZapisnikOP...	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	3	Group By	NOT IS NULL		
PredmetID		ZapisnikOP...	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	4	Group By	NOT IS NULL		
NastavnikID		ZapisnikOP...	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	5	Group By	NOT IS NULL		
IspitniRokID		ZapisnikOP...	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	6	Group By	NOT IS NULL		
DatumPolaganja		ZapisnikOP...	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	1	Group By	NOT IS NULL		
Ocena		ZapisnikOP...	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	2	Group By	NOT IS NULL		
Poena		ZapisnikOP...	<input checked="" type="checkbox"/>	Ascending	7	Group By	NOT IS NULL		
VrstaStudjskogProgramaID		NPP	<input type="checkbox"/>			Group By	= 1		

### ETL za potrebe analize ispita



Slika 6.1 – Ekstrakcija transformacija i čišćenje podataka

## 6.2. Izrada dimenzionog modela

Izgradnja „skladišta“ podataka nije samo prosto kopiranje podataka i prepuštanje korisnika alatima za podršku odlučivanju, već pretpostavlja i restrukturiranje podataka denormalizacijom tabela, čišćenjem podataka od redundansi i nelogičnosti i dodavanjem novih polja i ključeva radi zadovoljenja korisnikovih potreba za sortiranjem, kombinovanjem i sumiranjem podataka.

Da bi se izvršili složeni upiti, skladištenje često uključuje i preračunavanje sumarnih podataka, kao i redefinisane pogleda u bazi. U skladišta se uključuju i podaci iz eksternih izvora, kao i trendovi, prognoze i procene, na osnovu kojih se izvršavaju simulacije čiji rezultati predstavljaju dragocenu podršku za donošenje strateških odluka.

Prvi korak je da se izvrši **identifikacija dimenzija i atributa**. Identifikacija dimenzija i atributa podseća na klasično projektovanje upotrebom ER modela i zove se dimenziono modeliranje, i neposredno je vezano za već definisan konceptualni model koji se na ovaj način proširuje i nadgrađuje.

Dimenziono modeliranje je tehnika logičkog dizajna čiji je cilj prezentacija podataka u obliku koji obezbeđuje visoke performanse sistema radi vršenja analize podataka.

U dimenzionom modeliranju, strukture podataka su tako organizovane da opisuju mere i dimenzije. Mere su numerički podaci smešteni u centralnoj, takozvanoj tabeli činjenica (fakt tabela). Dimenzije su standardni poslovni parametri koji definišu svaku transakciju. Dimenzije se smeštaju u tabele neposredno ili preko druge tabele dimenzije, povezane sa tabelom činjenica.

Osnovu za izradu dimenzionog modela predstavljaju metapodaci, na osnovu kojih se vrši definisanje hijerarhija, elemenata i atributa, normalizacija i denormalizacija i definisanje agregacija.

**Definisanje hijerarhija elemenata i atributa** vezano je za dimenzione tabele, gde je potrebno naći hijerarhijske relacije u svakoj dimenziji i definisati attribute svake dimenzije.

Dimenzije mogu biti organizovane u hijerarhiji gde se hijerarhijski nivo nastavlja na neki drugi hijerarhijski nivo. Na primer, unutar vremenske dimenzije, dani se nastavljaju na nedelje, koje se nastavljaju na kvartale.

Dimenzioni elementi su specijalna kategorija podataka, koja predstavlja određeni nivo u dimenzionoj hijerarhiji. Za svaki hijerarhijski nivo postoji po jedan dimenzioni element.

Posmatranje podataka iz različitih ali blisko povezanih perspektiva, omogućava da korisnik analizira podatke na različitim nivoima detalja. Postupak prelaska sa nivoa sa manjim brojem detalja na nivo sa većim brojem detalja naziva se spuštanje u dubinu (*drill down*) i predstavlja zahtev korisnika da mu se prikaže više detalja.

Postupak prelaska sa nivoa sa većim brojem detalja na nivo sa manjim brojem detalja, na tzv. sumarne podatke, naziva se dizanje naviše (*drill up*). Dizanje naviše je suprotno od spuštanja nadole i zahteva zbirni pogled na podatke.

Na primer, geografski podaci mogli bi se organizovati u hijerarhiju:

*SVET* → *KONTINENT* → *DRŽAVA* → *OBLAST* → *GRAD*

Pored operacija *drill down* i *drill up*, postoji i operacija *drill across*, koja se koristi za povezivanje dve ili više činjeničnih tabela na istom nivou hijerarhije.

**Denormalizacija** je neposredno vezana za definisanje dimenzija i mera. Kod denormalizovanog modela dimenzije su organizovane u šemu zvezde.

Ona se sastoji od relativno malog broja tabela sa dobro definisanim vezama. Šema zvezde polako postaje standard za izradu skladišta podataka zbog svojih prednosti u odnosu na ostale relacione strukture:

- ❑ obezbeđuje kraće vreme odziva na upit jer se smanjuje broj fizičkih veza između tabela;
- ❑ model je jednostavan i lako se mogu vršiti modifikacije;
- ❑ pojednostavljuje razumevanje i navigaciju metapodataka;
- ❑ održavanje je relativno jednostavno;
- ❑ proširuje skup alata koji se mogu koristiti za rad sa podacima.

Fizička arhitektura dimenzionog modela opisana je pomoću šeme zvezde definisane sa dve vrste tabela – dimenzione tabelle (*dimension table*) i tabelle činjenica (*fact table*).

**Kreiranje agregacija** – Agregacija je proces skupljanja činjeničnih podataka po unapred definisanim atributima. Agregacijama se sumiraju detalji podataka i smeštaju u posebne tabelle. Ove tabelle se koriste od strane aplikacija da bi se eliminisala potreba da se ponovo vrše neki proračuni, koji bi se inače morali sprovesti ako ove tabelle ne bi postojale.

Glavni razlozi za kreiranje agregacija su da se poboljšaju performanse upita, tj. da se smanji vreme odziva na upit, kao i da se smanji broj resursa potrebnih za izvršenje upita. Pri kreiranju agregacija mora se voditi računa o tome koje bi zaista trebalo da postoje. Nije dobra praksa da se kreiraju agregacije koje obrađuju podatke nekoliko sati, a da se koriste jednom godišnje. S druge strane, veoma je dobro kreirati agregaciju koju upotrebljavaju skoro svi korisnici i to vrlo često.

Tipično skladište podataka sadrži podatke atomskog nivoa. Sve mere se smeštaju u tabelle činjenica tako da se kasnije mogu koristiti za potrebe analiziranja. Međutim, preuzimanje podataka atomskog nivoa iz skladišta podataka ne obezbeđuje optimalne performanse. Tabele činjenica mogu biti vrlo velike, te izvođenje operacija nad podacima atomskog nivoa, smeštenih u njima,



može vremenski da traje dugo. Međutim, najveći broj upita zadatih nad skladištem podataka odnosi se na sumiranje (agregaciju) podataka. Za podatke kojima se češće pristupa poželjno je izvršiti sumiranje. Time se omogućava da se već postojeći sumarni podaci mogu odmah koristiti, čime se znatno smanjuje vreme odziva na upit koji treba da procesira te sumarne podatke.

S obzirom na to da mnogi upiti koje postavlja korisnik mogu zahtevati agregaciju stotina hiljada redova, vršenje agregacija unapred može značajno da smanji vreme odziva na upit. Upotrebom agregacija smanjuje se vreme odziva na upit, ali se istovremeno i povećava sama baza podataka.

Prema tome, može se zaključiti da je kreiranje unapred definisanih agregacija neophodno da bi se omogućio rad sa velikim brojem podataka. Dinamičke agregacije, tj. agregacije koje vrši korisnik za vreme rada sa skladištem podataka, najčešće su dugotrajne, te su za potrebe odlučivanja neprihvatljive.

*Agregacije zasnovane na SQL naredbama su jedan od načina na koji se mogu kreirati agregacije. Iako ovaj način nije najbolji po pitanju performansi sistema, on je najjednostavniji.*

*Agregacije koje nisu zasnovane na SQL naredbama, zahtevaju razvoj specijalizovanih programa, što usložnjava procese razvoja i održavanja skladišta podataka. Prednosti ovog načina kreiranja agregacija leži u mogućnosti izvršavanja agregacija dimenzije jednim prolazom po podacima. Sama priroda procesa agregacije je takva da se može dekomponovati na više paralelnih procesa.*

Ukratko, proces se sastoji u traženju redova podataka koje treba agregirati, zatim sortiranju datoteke, kreiranju podzbirova, a potom agregaciji i učitavanju tokom jednog prolaza kroz bazu podataka. Po nalaženju redova podataka koje treba agregirati, izvrši se sortiranje po dimenziji po kojoj se traži agregacija. Na taj način će se svi podaci istog nivoa dimenzije nalaziti jedan iza drugog. Na primer, ako se izvrši sortiranje redova podataka po dimenziji Vreme, u tabeli će se prvo nalaziti redovi podataka koji se odnose na Dan, iza njih će biti redovi podataka koji se odnose na Nedelju, i tako redom. Zatim se na svakom mestu prelaza sa jednog nivoa dimenzije na drugi (na primer, sa Dana na Nedelju) kreiraju podzbirovi za taj nivo dimenzije. Pri tome je moguće iskoristiti prednosti paralelnog procesiranja jer su podaci podeljeni po grupama (jedan proces može računati podzbirove vezane za nivo Dan, a drugi za nivo Nedelja). Tako dobijene podzbirove treba učitati i izvršiti agregaciju. Time je proces agregacije podataka završen.

***Izrada dimenzionog modela*** izvodi se definisanjem hijerarhije elemenata i atributa, denormalizacije i kreiranja agregacije.

Definisanje hijerarhije elemenata i atributa vezano je za uspostavljanje hijerarhija, gde se jedan hijerarhijski nivo nastavlja drugim hijerarhijskim nivoom i to se definiše kao dimenzija.

Denormalizacijom je vezana za dimenzije i činjenice (ili mere) gde se definiše mali broj tabela i definisanih veza između njih i pri tom je model dimenzija organizovan u šemu zvezde.

Kreiranje agregacija je definisanje sumarnih podataka u okviru tabele činjenica, koji imaju za cilj da poboljšaju performanse upita.

Dakle, izrada dimenzionog modela vezana je za definisanje tabela činjenica i dimenzionih tabela.

*Tabela činjenica* sadrži kvantitativne podatke o poslovima, tj. podatke koje korisnici analiziraju. Ovi podaci su najčešće numeričkog tipa i mogu se sastojati i od nekoliko miliona redova i kolona.

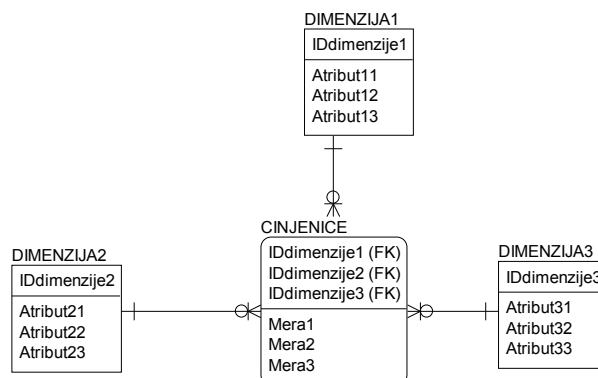
*Dimenzione tabele* su znatno manje i sadrže podatke koji opisuju dati posao, tj. one podatke po kojima se vrši analiziranje. Ti podaci se nazivaju *atributi*.

Osnovne prednosti šeme su zvezde, što omogućava definisanje složenih višedimenzionih podataka u vidu jednostavnog modela, smanjuje broj fizičkih veza koje se moraju procesirati pri zadavanju upita, čime se postiže poboljšanje performansi sistema i omogućava proširenje skladišta podataka uz relativno jednostavno održavanje. Velika mana šeme zvezde je što se povećava redundantnost podataka.

Osnovna karakteristika šeme zvezde jeste da su dimenzione tabele denormalizovane. Denormalizacija je pristup gde se podaci u bazi podataka ponavljaju zbog pojednostavljenja dizajna i karakteristika. Denormalizacija je proces kombinovanja tabela da bi se poboljšale performanse sistema. Ovim postupkom se smanjuje broj potrebnih veza koje se moraju procesirati zadavanjem upita. Time se direktno utiče na poboljšanje performansi sistema, jer što je manji broj veza, to sistem brže nalazi tražene podatke.

Prema tome, dimenzioni atributi mogu biti smešteni više puta u dimenzione tabele, u zavisnosti od toga koji nivo dimenzione hijerarhije atribut opisuje.

Svaka tabela mora sadržati primarni ključ koji predstavlja kolonu ili grupu kolona u tabeli čiji sadržaj jedinstveno identifikuje zapise. Na slici 6.2 dat je izgled jednostavne šeme zvezde.



Slika 6.2 – Jednostavna šema zvezde

Dimenzione tabele mogu, takođe, sadržati i spoljne ključeve, koji referenciraju primarne ključeve drugih dimenzionih tabela. Takve tabele se nazivaju sekundarne dimenzione tabele (*outrigger tables*). One ne mogu biti u direktnoj vezi sa činjeničnim tabelama.

Postoje situacije u kojima šema zvezde nije pogodna za skladištenje podataka. Osnovni razlozi za to su:

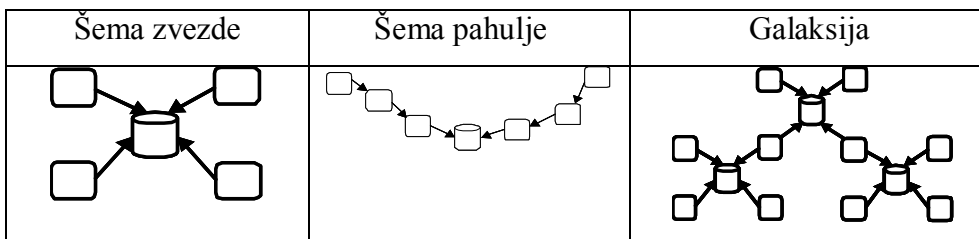
- ❑ denormalizovana šema zvezde može zahtevati previše memorijskog kapaciteta;
- ❑ veoma velike dimenzione tabele mogu uticati na pad performansi sistema.

Ovi problemi se mogu rešiti normalizacijom dimenzija. Time se šema zvezde prevodi u šemu pahulje. Glavni nedostatak šeme pahulje je njena složenost u odnosu na šemu zvezde, čime se otežava održavanje skladišta podataka. Zato je potrebno vršiti normalizaciju samo onih dimenzija koje sadrže mnogo redova podataka i koje imaju mnogo atributa. Najčešće se postižu najbolji rezultati ako se izvrši normalizacija samo par dimenzija, a da se ostale ostave onakve kakve su i bile. Na taj način se dolazi do delimične šeme pahulje.

Osnovna karakteristika šeme pahulje jeste da se ne vrši denormalizacija dimenzionih tabela, čime se poboljšavaju performanse sistema. Neke dimenzione tabele mogu sadržati veliki broj podataka, pri čemu se često dešava pojava redundantnosti, te se normalizacijom može znatno smanjiti broj podataka.

Nedostatak šeme pahulje je što se moraju kreirati dodatne veze, koje pri procesiranju upita mogu pogoršati performanse sistema. Takođe, održavanje šeme pahulje je relativno složeno, s obzirom na to da u bazi podataka postoji veći broj tabela i da meta podaci više nisu jednostavni. Jedino se uporednim testovima može utvrditi da li je bolje koristiti šemu zvezde ili šemu pahulje.

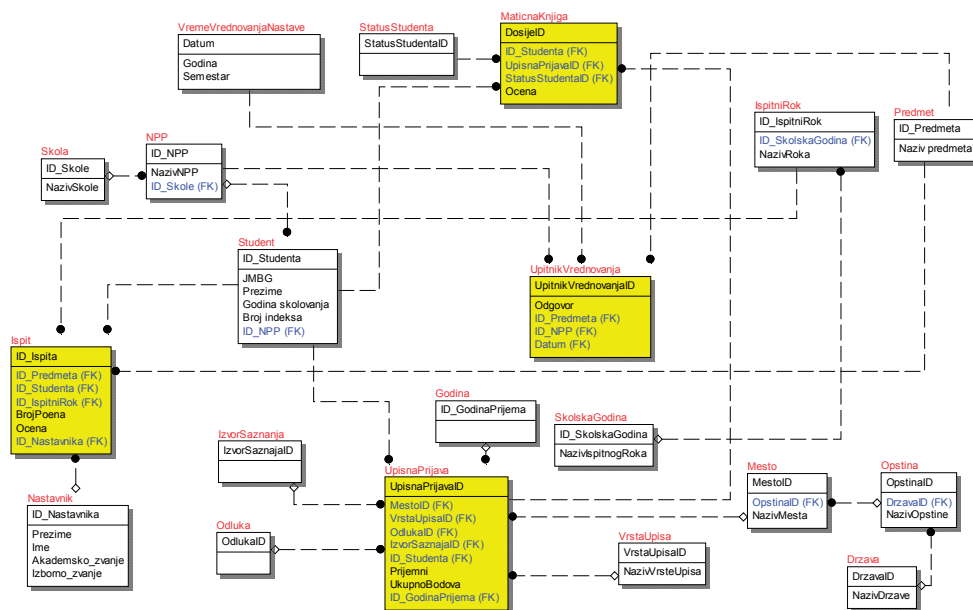
Šema galaksije predstavlja kolekciju šema zvezda, tj. ako se ne može kreirati model koji bi imao samo jednu činjeničnu tabelu, tada je potrebno povezati dve šeme zvezde da bi se zadovoljile potrebe korisnika. Na slici 6.3 grafički su prikazana sva tri oblika šeme baze podataka.



*Slika 6.3 – Šeme zvezde, pahulje i galaksije*

Na osnovu definisanog osnovnog koncepta, u okviru objektno orijentisane analize i pripreme podataka za analitičko procesiranje (prethodno poglavlje) pristupilo se izradi dimenzionog modela.

Na slici 6.4 prikazana je šema galaksije skladišta podataka koja je nastala na osnovu objektno orijentisane analize, tj. definisanjem konceptualnog modela.



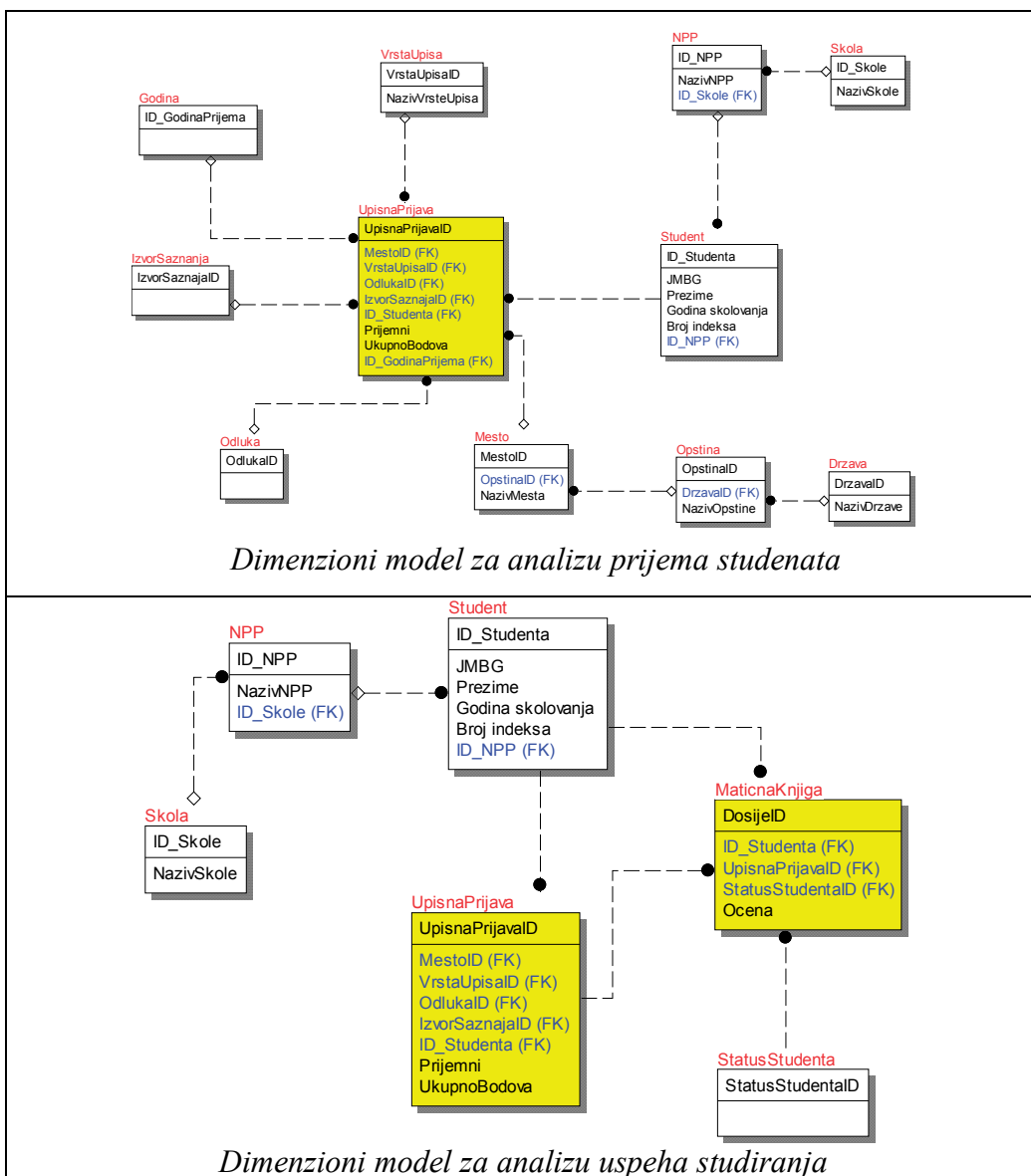
Slika 6.4 – Šema galaksije – logički model skladišta podataka

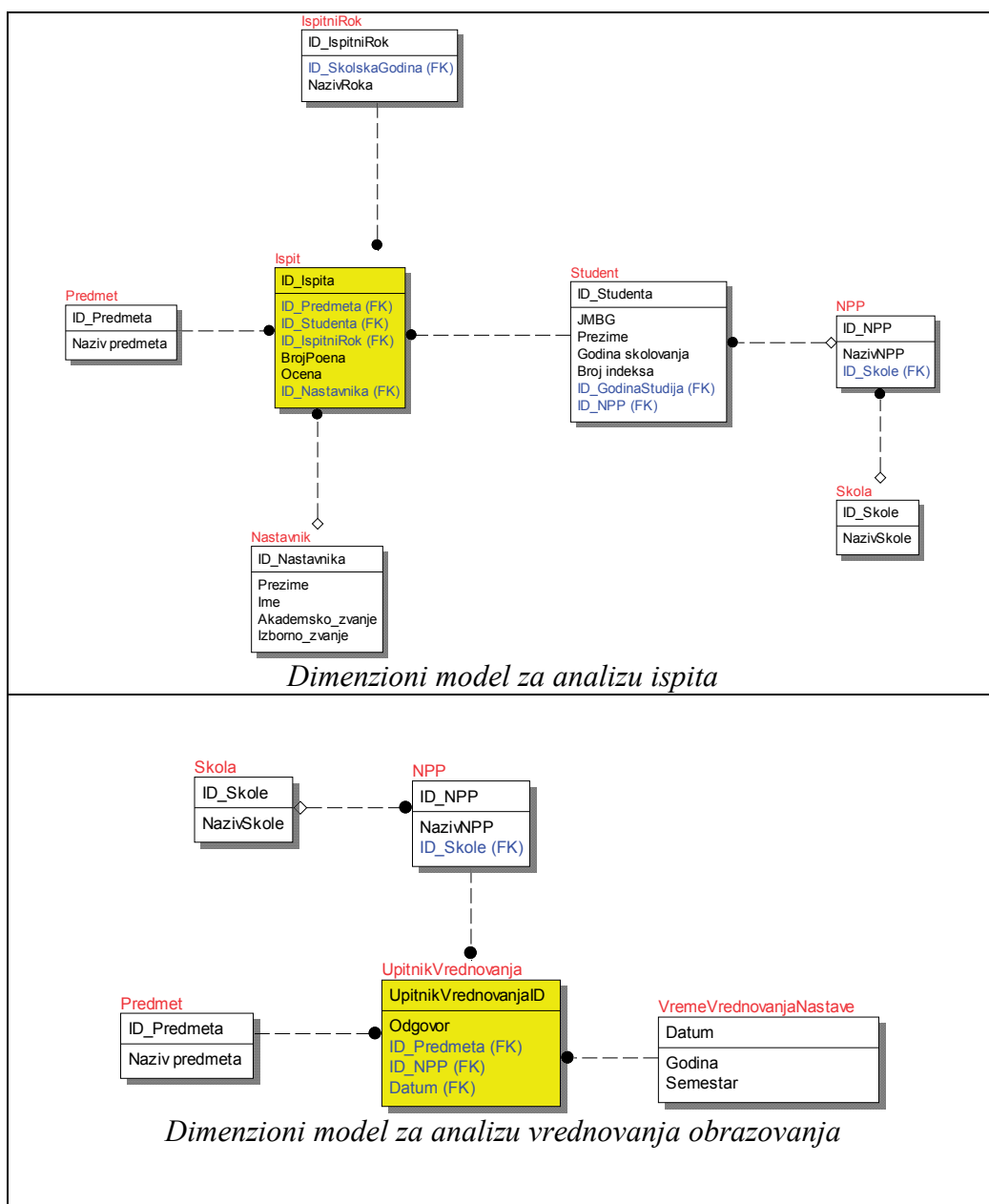
Na slici 6.5 prikazane su **tabele činjenica** za potrebe:

- analize prijema studenata – *upisna prijava*,
- analize uspeha studiranja – *matična knjiga*,
- analiza ispita – *ispit*, i
- analize vrednovanja obrazovanja – *upitnik vrednovanja*,

i **tabele dimenzija**:

- Student*, *NPP*, *Skola*, *VrstaUpisa*, *Godina*, *IzvorSaznanja*, *Odluka*, *Mesto*, *Opstina*, *Drzava*,
- StatusStudenta*,
- IspitniRok*, *Predmet*, *Nastavnik*,
- VremeVrednovanjaNastave*.





Slika 6.5 – Šema pahulje

### 6.3. Izrada dijagrama klasa

Klase se definišu na osnovu definisanog koncepta i dijagrama interakcije.

*Izrada dijagrama klasa* ima za pretpostavku već definisan konceptualni model i odgovarajuće dijagrame interakcije (dijagram sekvenci i dijagram saradnje). Iterativnim postupkom potrebno je izvršiti identifikaciju svih klasa i pri tom dodati operacije analizom dijagrama interakcije. Konceptualni model treba nadgraditi novim klasama, dodati operacije, vidljivost atributa, navigaciju i zavisnost. Dijagram klasa prikazuje skup klasa i saradnji i njihove relacije i specifikuje logičke i statičke aspekte modela.

U okviru prethodne faze – Objektno orijentisane analize (OOA), definiše se konceptualni model koji je opis realnog sistema, dok je sada zadatak da se kroz izradu dijagrama klasa opiše buduće softversko rešenja koje za osnovu ima definisan dijagram koncepta postavljen u OOA, a razrađen i proširen u okviru pripreme podataka za analitičko procesiranje informacija i izradu dimenzionog modela.

U objektno orijentisanom dizajnu se postavlja konačan izgled klasa, atributa operacija, veza i kardinalnosti kojima se definiše konačno softversko rešenje.

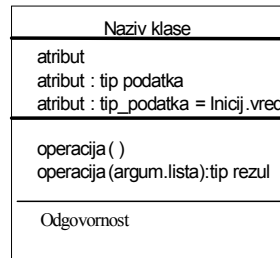
U UML-u klasa se opisuje kao skup objekata sa zajedničkim atributima, operacijama, metodama, vezama i semantikom, s tim što se tzv. implementaciona klasa definiše kao termin za implementaciju softvera.

U UML-u operacija definiše ponašanje klase, dok je metoda implementirana operacija specifikovana u okviru operacionog algoritma ili procedure.

Struktura objekata definisana je *Izradom konceptualnog modela*, dok je ponašanje (tj. operacije) definisano u dijagramima interakcije (aktivnost *Izrada dijagrama sekvenci* i aktivnost *Izrada dijagrama saradnje*), pa ih je, u okviru aktivnosti *Definisanje klasa*, potrebno prevesti u pojam klasa i nadgraditi ih. Klase su apstrakcija stvari, koja može biti direktno upisana u programski jezik i predstavljati deo rečnika. Klasa nije individualni predmet (objekt), već skup objekata koji imaju zajedničku *strukturu* (klasa može da sadrži neku klasu i da bude sadržana u njoj) i *ponašanje*. Objekt predstavlja konkretizaciju nečeg što postoji u vremenu i prostoru, tj. objekt je primerak (instance) klase i ima svoje attribute (osobine, sadržaj, struktura), operacije (akcije, ponašanje) i svoj ID.



Objekti izvršavaju i neke radnje definisane kao ponašanje (*behaviors, operations, methods*).



Slika 6.6 – Primer klase

Svaka klasa ima ime koje je odvajava od drugih klasa. Naziv klase je tekstualni niz (*string*) definisan imenicom ili frazom iz rečnika. Prvo slovo naziva klase piše se velikim slovom.

Naziv klase treba da bude u skladu sa rečnikom u određenom domenu. Opciono se može navesti stereotip i/ili svojstvo (*property string*), kojima se dodatno opisuje klasa. Odeljak za naziv sadrži naziv klase sa opcionim nazivom paketa kojem pripada (Ime Paketa::ImeKlase).

Atributi su imenovane osobine klase koji opisuju rang vrednosti koje instance klase mogu da imaju. Atribut je apstrakcija vrste podatka ili je stanje objekta klase koja se posmatra, tj. jednog trenutka objekt klase imaće specifične vrednosti za svaki atribut. Drugi nazivi za atribut su članovi podaci (C++), polja (Java). Naziv atributa je kratka imenica ili fraza koja se može označiti prvim velikim slovom.

Operacija je implementacija servisa koji se može zahtevati od bilo kojeg objekta klase radi toga da utiče na ponašanje, tj. to je apstrakcija nečega što može da bude urađeno objektu, a zajedničko je za sve objekte klase. Klasa može, a ne mora, da ima operacije. Naziv operacije je glagol ili glagolska fraza. Operacija može da se specifikuje dajući signaturi ime, tip i *default* (podrazumevanu) vrednost, kao i povratnu vrednost.

Atributi i operacije su zajedno grupisani u klase. Za razliku od struktura tradicionalnih programa, klasa je struktura podataka sa tačno definisanim pridruženim operacijama.

Odgovornost klase predstavlja stavku njenog ugovora i piše se kao slobodan tekst u zasebnom odeljku (svaka počinje sa -- ili -). Svaka dobro

strukturirana klasa bi trebalo da ima barem jednu i ne više od nekoliko odgovornosti.

Klasa može da sadrži prazne odeljke, a može da bude i bez odeljaka. Prazan odeljak atributa/operacija ne znači da ih klasa nema, već da nisu relevantni za dati pogled (dijagram).

**Definisanje veza između klasa** – Veze (*link*) obezbeđuju komunikaciju između objekata, tj. fizičku ili konceptualnu vezu pojavljivanja objekata. Veza se formalno definiše kao n-torka, odnosno uređena lista pojavljivanja. Dijagramima sekvence i saradnje se određuje kakve veze moraju da postoje između objekata da bi se obezbedilo željeno ponašanje, tj. ako dva objekta žele da „razgovaraju“, mora da postoji veza između njih.

Koriste se sledeći tipovi veza:

- ❑ *Asocijacija* je strukturalni odnos koji specifikuje vezu objekta jedne stvari sa objektima druge stvari, tj. asocijacija predstavlja grupu veza slične strukture i jedinstvene semantike. Ovaj tip veze odgovara *neidentifikujućoj* vezi u IDEF1X metodologiji.



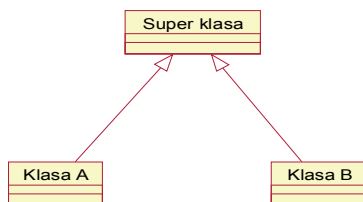
Slika 6.7 – Primer veze tipa asocijacija

- ❑ *Agregacija* je specijalni oblik asocijacije i jači je oblik veze, gde se uspostavlja veza između celine i dela (celina je sastavljena od delova). Agregacija se prikazuje kao linija koja spaja klase sa malim romбом uz klasu koja se odnosi na celinu (*Parent*) i pandan je *identifikujućoj* vezi u IDEF1X metodologiji.



Slika 6.8 – Primer veze tipa agregacija

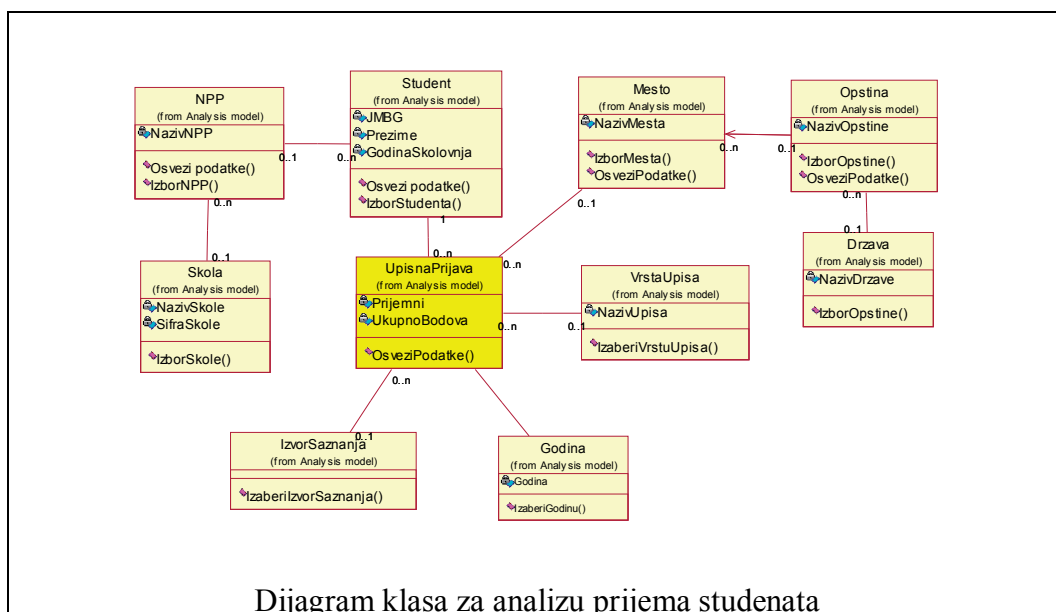
- ❑ *Generalizacija* (osobina nasleđivanje) predstavlja *hijerarhijsku* vezu između klase (*superclass* – *subclass*).

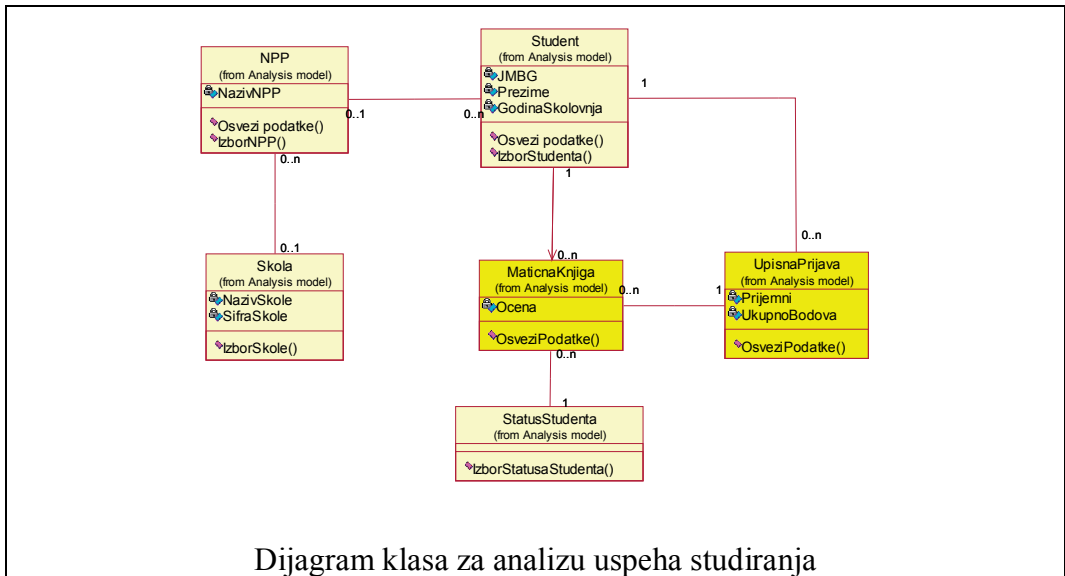


Slika 6.9 – Primer veze tipa generalizacija

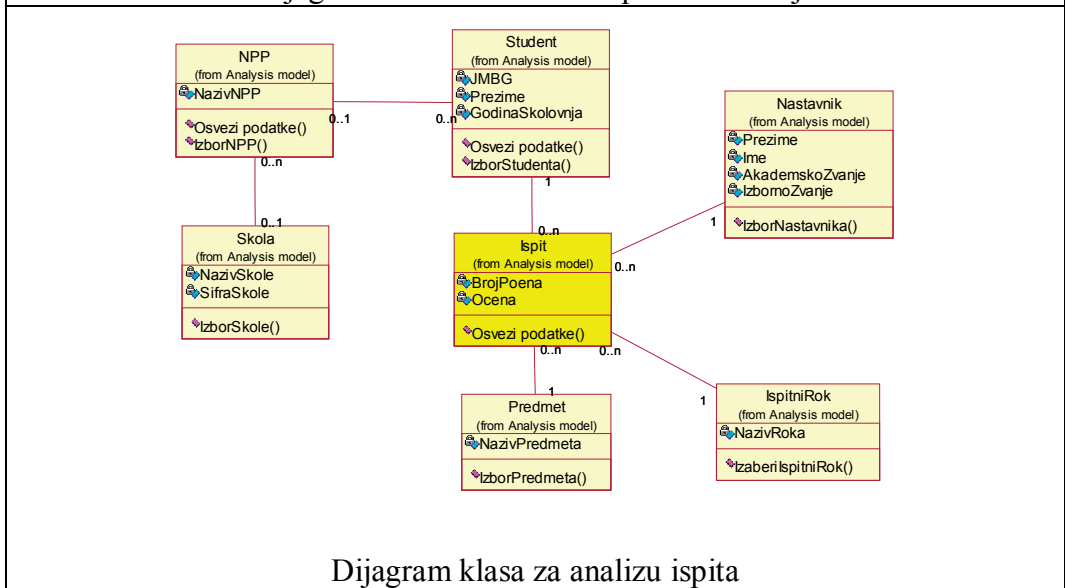
Ovde će se prikazati konkretna rešenja za:

- analizu prijema studenta,
- analizu uspeha studiranja,
- analizu ispita i
- analizu vrednovanja nastave.

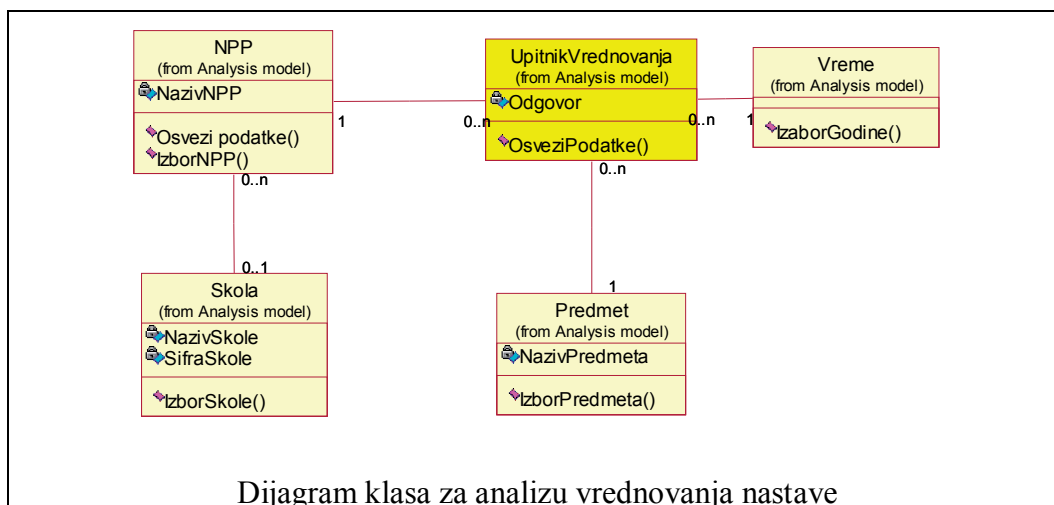




Dijagram klasa za analizu uspeha studiranja



Dijagram klasa za analizu ispita



*Slika 6.10 – Dijagrami klasa*

Atributi u dijagramu klasa definisani su na osnovu dimenzionog modela, a operacije su generisane iz dijagrama sekvenci.

## ***Implementacija***

- Izrada skladišta podataka
- Priprema analize podataka
- Izrada korisničkog interfejsa

## 7. Implementacija

Implementacijom objektno orijentisanog razvoja sistema poslovne inteligencije prikazaćemo rezultate istraživanja. Na osnovu izgrađenog skladišta podataka (kreiranje fizičkog modela skladišta podataka, generisanje baze podataka i učitavanje podataka), prikaz rezultata biće dat u obliku SQL upita i višedimenzionalne analize podataka (OLAP).

Tokom faze implementacije, UML model se preslikava u OLAP bazu podataka. Dakle, strukturni model prevodi se u statički, tj. OLAP bazu podataka (tabele i polja) u okviru izrade skladišta podataka i pripreme analize podataka. Model ponašanja se prevodi u definicije tela metoda (funkcija) koje implementiraju definisane interakcije u okviru izrade korisničkog interfejsa.

Implementacija treba da omogući za prethodno definisane klase korisničkog interfejsa šeme baze podataka:

- izradu skladišta podataka,
- pripremu analize podataka i
- izrada korisničkog interfejsa.

### 7.1. Izrada skladišta podataka

Neposredno pre kreiranja modela treba izabrati sistem za upravljanje bazama podataka na kome će biti implementirana baza podataka. Na primer, može se koristiti Microsoft SQL Server 2005, jer ima mnoge alate i osobine koje pojednostavljaju proces instaliranja, razvoja, upravljanja i korišćenja baza podataka. SQL Server 2005 sadrži alate koji omogućavaju vezu sa Internetom, ima integrisan sistem zaštite. Što je najbitnije, SQL Server 2005 sadrži alate koji olakšavaju rad sa skladištima podataka. Od alata za rad sa skladištima podataka ima alate za ekstrakciju i transformaciju podataka (DTS), za OLAP (*On-line Analytical Processing*) analizu (OLAP server), a uključuje i alate za vizuelni dizajn skladišta podataka.

U cilju da se obezbede informacije neophodne za proces odlučivanja, a da se ne ugrozi svakodnevno poslovanje, pristupilo se izgradnji skladišta podataka. To je posebno dizajnirana analitička baza podataka u koju se iz transakcione baze pomoću skupa ETL programa (ekstrakcija-transformacija-učitavanje)

učitavaju podaci. Onog trenutka kada se podaci nađu u skladištu podataka, oni služe kao osnova za dalji rad bilo kog softvera za podršku odlučivanju.

Izrada skladišta podataka izvodi se kroz:

- kreiranje fizičkog modela skladišta podataka,
- generisanje skladišta podataka i
- učitavanje podataka.

**Kreiranje fizičkog modela BP** vezano je za generisanje fizičkih objekata, definisanje tipova veza i multiplikativnosti i definisanje referencijalnog integriteta. Sistem za upravljanje bazama podataka (SUBP) jeste sistem za čuvanje i pretraživanje podataka i predstavlja skup programa čija je prvenstvena namena da na zahtev aplikativnih programa vrši manipulaciju podacima.

Uopšteno govoreći, baza podataka (BP) predstavlja zbirku uzajamno povezanih podataka, memorisanih sa kontrolisanom redundansom, da bi optimalno služili različitim aplikacijama. Podaci su memorisani nezavisno od programa koji ih koriste. Za dodavanje novih podataka i modifikovanje ili pretraživanje postojećih podataka koriste se zajednički i kontrolisani pristupi. Redundansa u podacima mora da bude redukovana na najmanju moguću meru i strogo nadgledana, da bi na taj način bila osigurana usklađenost podataka u svakom momentu.

CASE alat *RationalRous* omogućuje kreiranje modela podataka iz objektnog modela i izradu šeme baze podataka. Model podataka se generiše za klase sa perzistentnim atributima.

U tabeli 7.1 prikazan je spisak elemenata objektnog modela i njima odgovarajućih elemenata modela podataka.



Tabela 7.1 – Veza između elemenata objektnog modela i elemenata modela podataka

Element objektnog modela	Element modela podataka
paket	šema
perzistentna klasa	tabela
atribut	kolona
operacija	nema
veza više prema više	međutabela
kompozitna agregacija	identifikujuća veza
asocijacija	neidentifikujuća veza
kardinalnost	kardinalnost
asocijativna klasa	međutabela

U okviru kreiranja fizičkog modela baze podataka, izvodi se postupak prevođenja logičkog modela u fizički model prikazan preko dijagrama entiteti – veze, koji fokusira podatke. Fizički model za potrebe našeg skladišta podataka biće orijentisan relacionim bazama podataka i koristiće se za kreiranje šeme baze podataka.

Treba naglasiti da generisanje fizičkog modela mora da ispuni zahteve vezane za strukturalna dinamička pravila integriteta, i to:

- ograničenja, kojima se definišu dozvoljena stanja baze podataka;
- operacije, koje mogu potencijalno ugroziti ograničenja, i
- akcije, koje treba preduzeti ukoliko dođe do narušavanja ograničenja.

Za kreiranje fizičkog modela mogu se koristiti i drugi CASE alati kao što je ERwin, koji omogućava ostvarivanje veze između konceptualnog (logički), dimenzionog i fizičkog modela.

Važno je, kod transformacije iz dijagrama klasa u fizički model, istaći da je pravilo da se veze kompozicije i agregacije transformišu u identifikujuću vezu između tabela. U ovom slučaju se odstupilo od ovog pravila jer se zahtevala fleksibilnost fizičkog modela, zbog specifičnih upita koji su kasnije rađeni nad skladištem podataka.

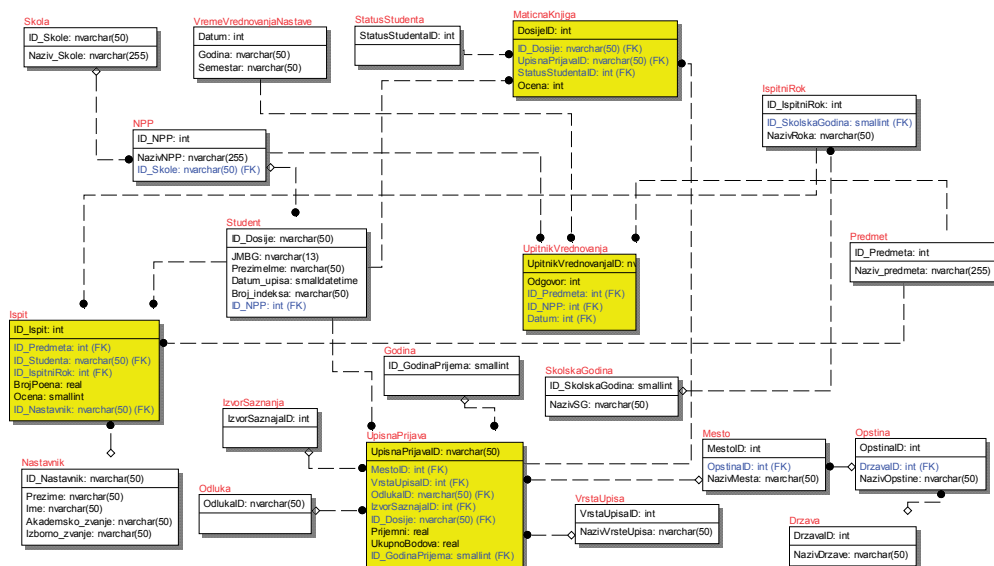
Kreiranje indeksa je izvršeno automatski za sve primarne ključeve u entitetima i za prenesene ključeve u entitetu. Ovo se radi iz razloga što će se buduća pretraživanja u okviru skladišta podataka vršiti na osnovu ovih polja.

**Kreiranje fizičkog modela skladišta podataka** je postupak prevođenja logičkog modela podataka u fizički model skladišta podataka. Fizički model skladišta podataka prevodi dimenzioni (logički) model skladišta podataka i tom prilikom dolazi do konvertovanja:

- entiteta iz modela podataka u tabele fizičke baze podataka,
- atributa u kolone, u odgovarajućim tabelama, i
- kandidata za ključeve entiteta u primarne ključeve u tabelama.

Domeni i tipovi podataka u skladištu podataka definisani su na osnovu domena i tipova podataka iz transakcione baze podataka.

Na slici 7.1 je prikazan fizički model šeme skladišta podatka.



Slika 7.1 – Fizički model skladišta podataka

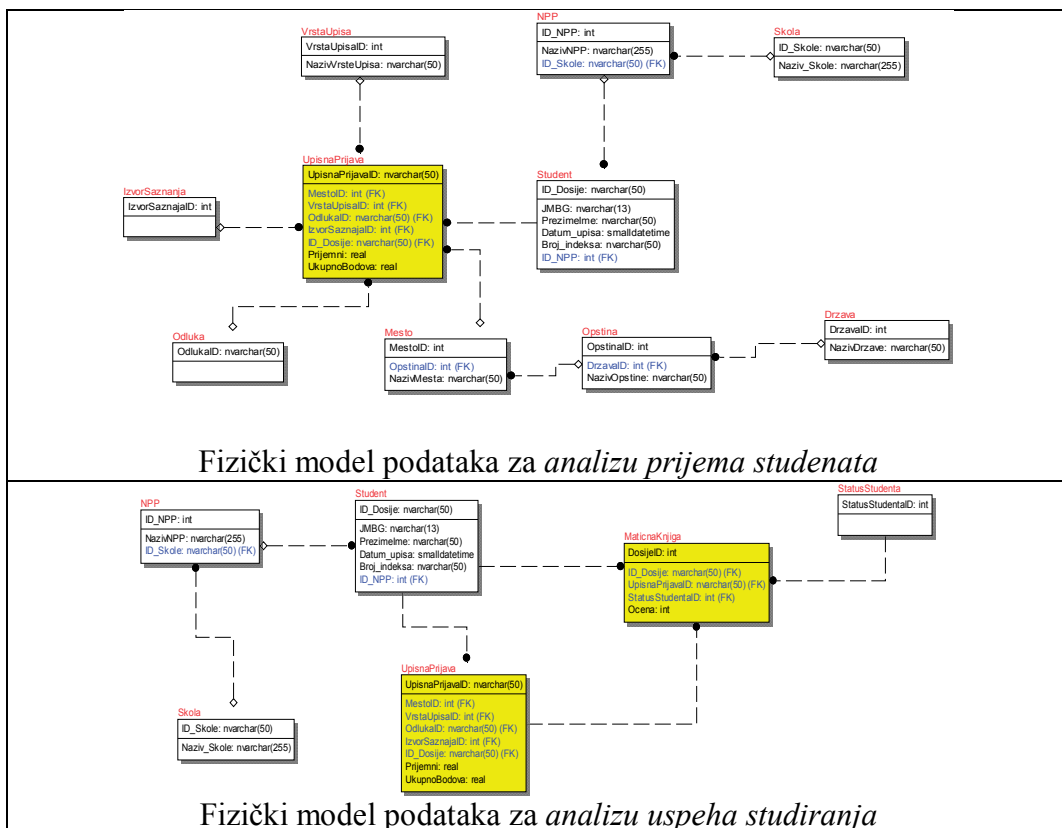
Na osnovu OLTP šeme baze podataka za sistemske slučajeve upotrebe (u okviru poglavlja izrada modela sistemskih slučajeva upotrebe) OLAP šema galaksije baze podataka ima sledeće elemente:

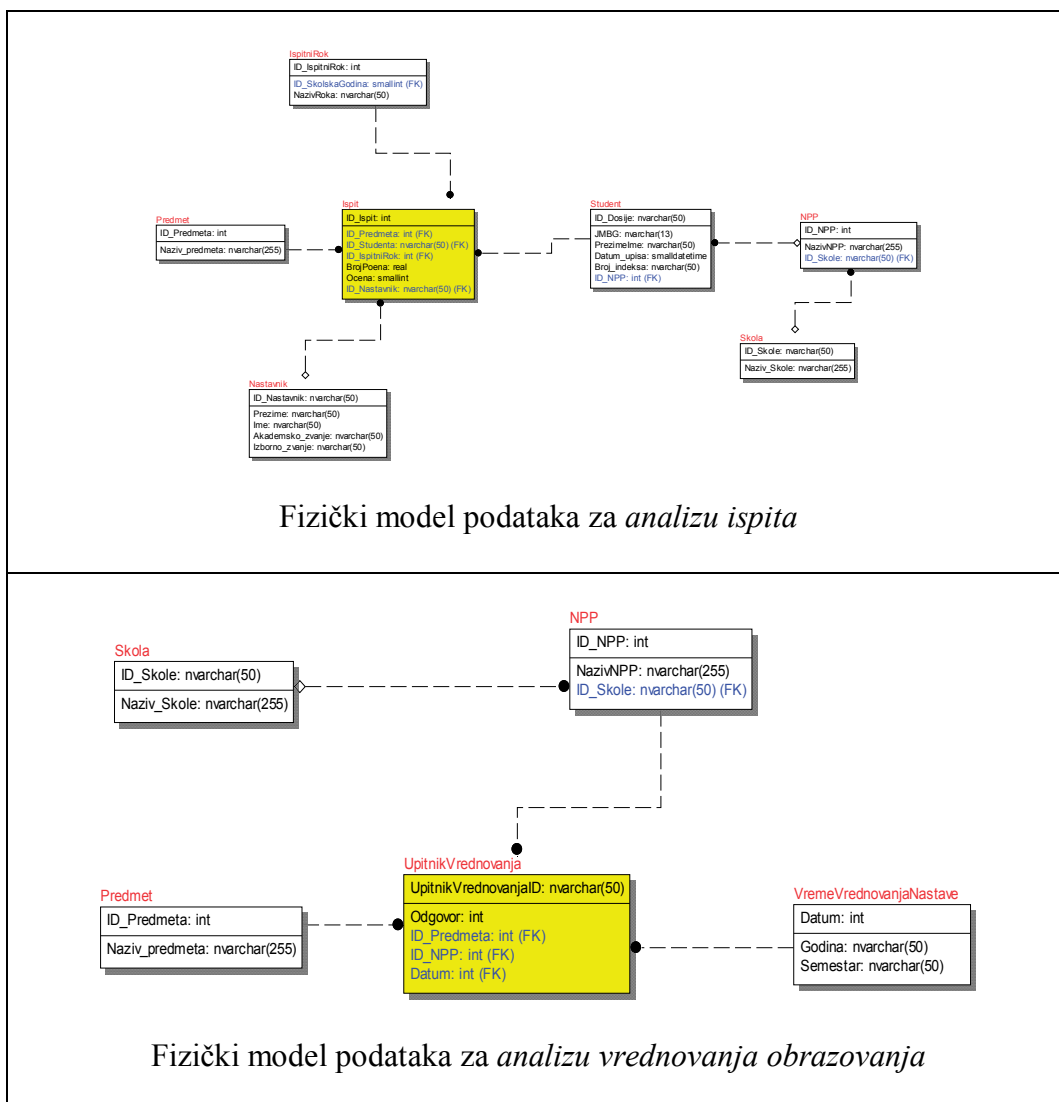
- ❑ činjenice su: *upisna prijava, matična knjiga, ispit i upitnik vrednovanja,*
- ❑ dimenzije su: *student, vrsta upisa, odluka, izvor saznanja, godina studija,*
- ❑ prva hijerarhija dimenzija su: *smer, vrsta studijskog programa i NPP,*
- ❑ druga hijerarhija dimenzija su: *mesto, opština, država.*

Kreiranje fizičkog modela skladišta podataka je orijentisano prema prethodnom poglavlju definisanim sistemskim slučajevima upotrebe, i to:

- ❑ analiza prijema studenta,
- ❑ analiza uspeha studiranja,
- ❑ analiza ispita i
- ❑ vrednovanje obrazovanja.

Pojedini *data-mart*-ovi prikazani su na slici 7.2.





Slika 7.2 – Fizički model podataka

**Generisanje baze podataka** izvodi se tako što se koristi jezik za definisanje podataka – *Data Definition Language (DDL)* za relacione baze podataka. Informacije potrebne za generisanje su određene u dizajnu baze podataka. Tek kada se generiše baza podataka, u nju se mogu unositi podaci.

Generisanje baze podataka je korak pri transformaciji dizajna u fizičku bazu podataka, koja se može „puniti“ i kojoj se može pristupiti.

Ako se koriste CASE alati, za bazu podataka će se generisati DDL skript. U sledećem koraku se pristupa izvršenju DDL. Kada se ovaj posao uspešno uradi, baza podataka je generisana.

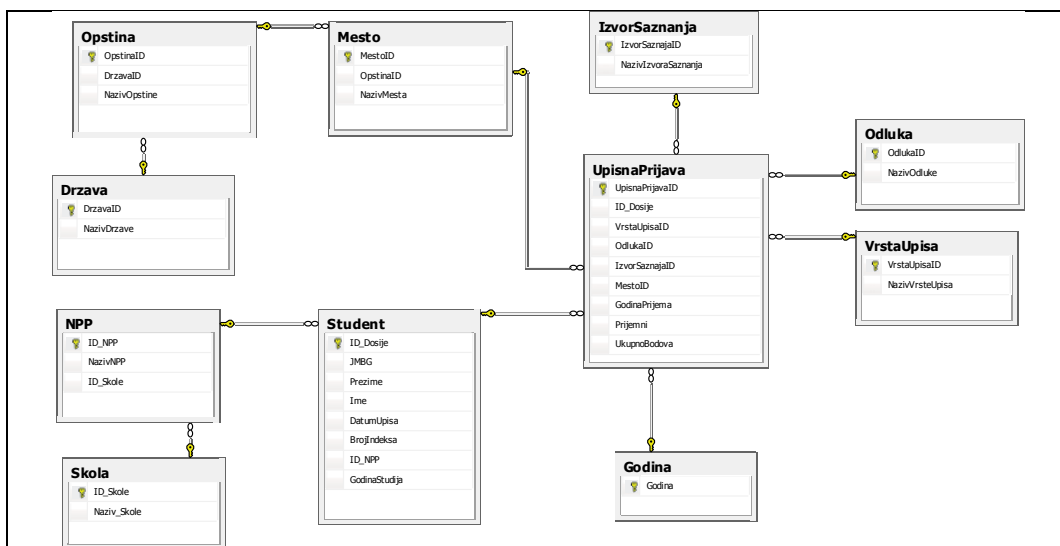
**Generisanje skladišta podataka** izvedeno je u SQL Server 2005 SUBP, korišćenjem CASE alat ERwin koji ima definisane opcije vezane za generisanje fizičkog modela iz logičkog modela.

Generisanje baze podataka izvodi se tako što se koristi jezik za definisanje podataka – *Data Definition Language (DDL)* za relacione baze podataka. Informacije potrebne za generisanje su određene u okviru kreiranja fizičkog modela. Tek kada se generiše baza podataka, u nju se mogu unositi podaci.

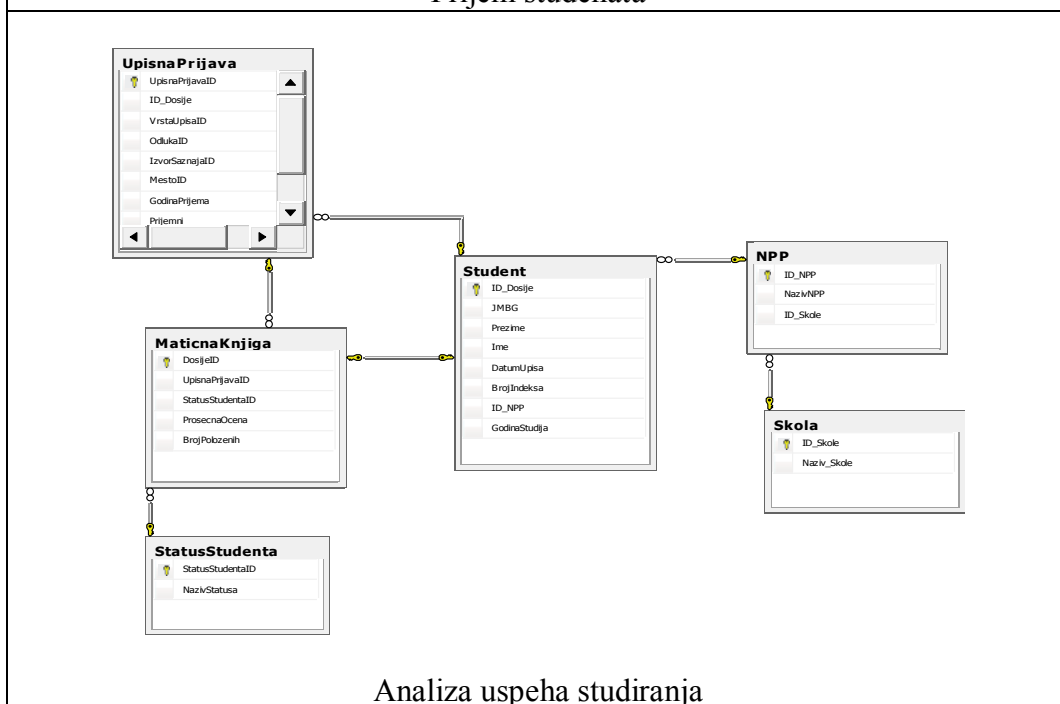
Na osnovu rečenog, generisanje baze podataka je fizička realizacija baze podataka, tj. to je konkretna realizacija šeme baze podataka gde je model fizičke baze podataka interpretacija tih informacija.

Na slici 7.3 prikazana je fizička realizacija skladišta podataka za:

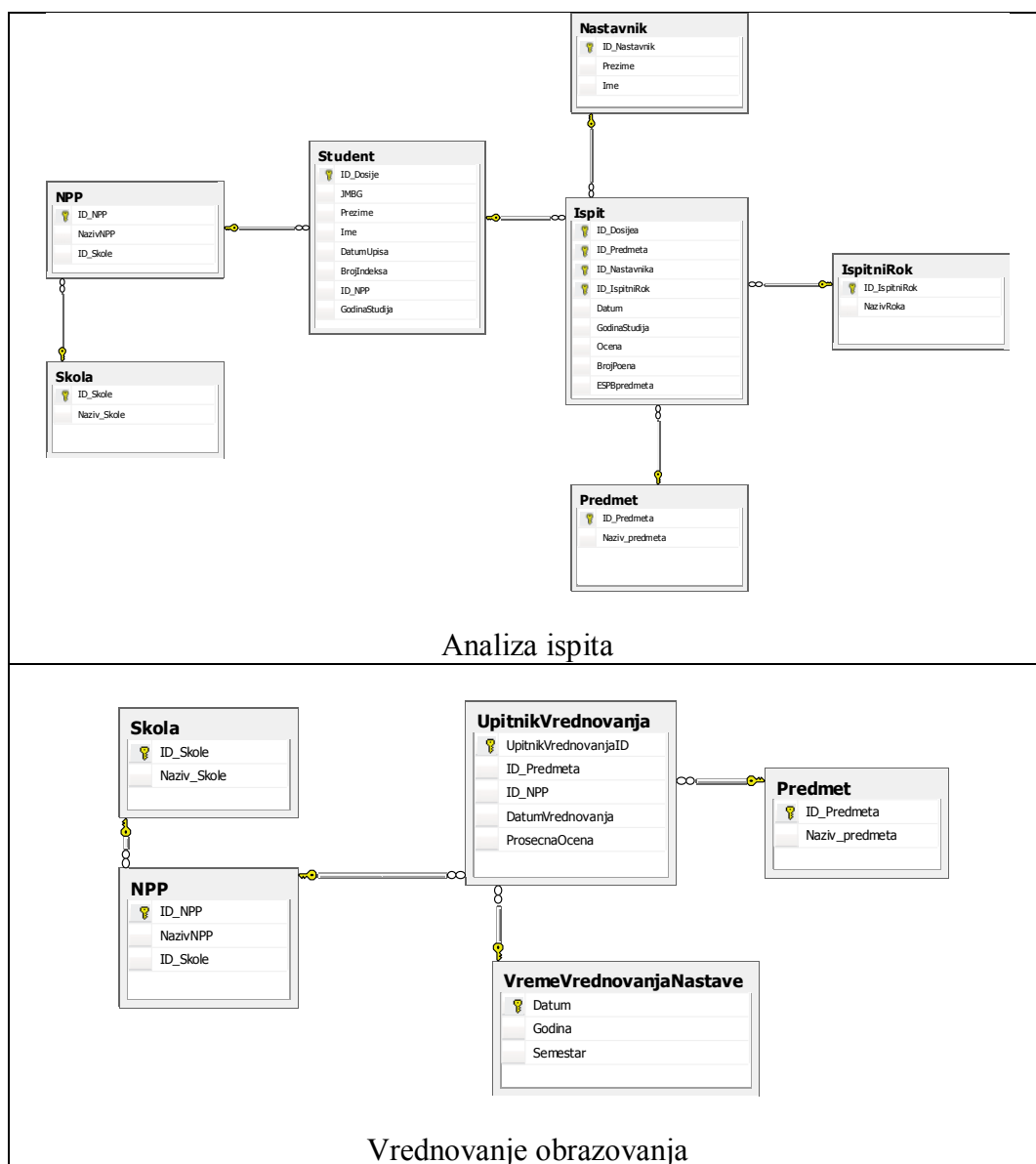
- analizu prijema studenta,
- analizu uspeha studiranja,
- analizu ispita i
- vrednovanje obrazovanja.



Prijem studenata



Analiza uspeha studiranja

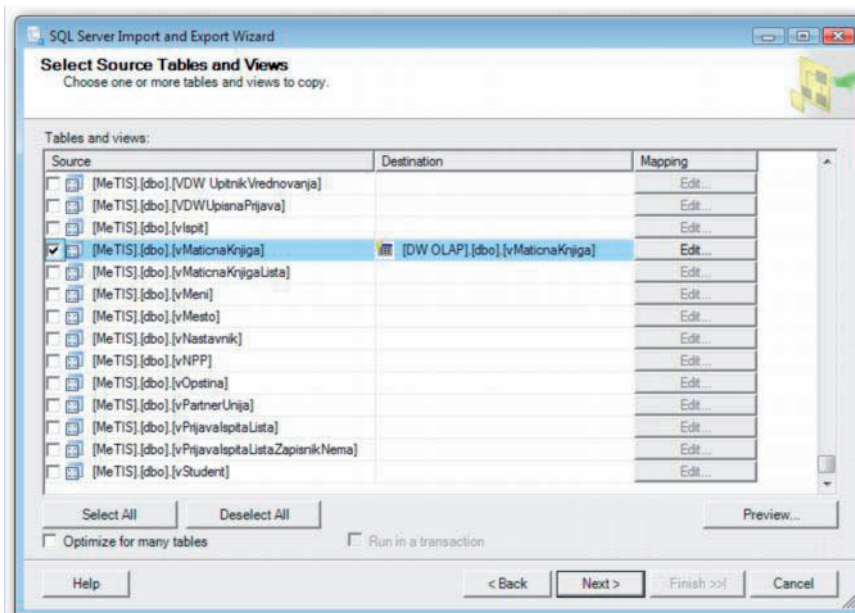


Slika 7.3 – Fizička realizacija u SQL Server 2005

**Učitavanje podataka** – Pošto su završene sve pripreme, može se pristupiti učitavanju podataka u skladište podataka. U toku učitavanja se mogu eventualno izvršiti još neke transformacije, mada bi sa transformacijama

podataka trebalo završiti pre učitavanja zbog problema konzistentnosti baze. Za učitavanje podataka može se koristiti alat MS SQL Servera DTS (*Data Transformation Services*) i njegova procedura učitavanja podataka pomoću takozvanih DTS paketa.

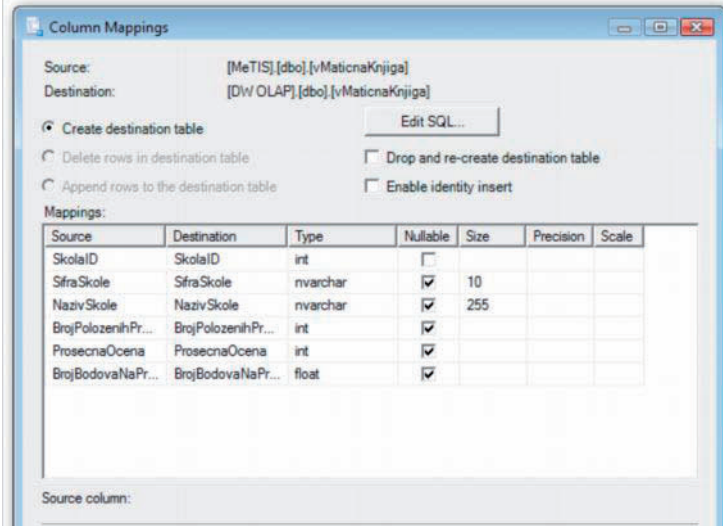
Nakon ekstrakcije i transformacije podataka, sledi faza **učitavanja podataka**, odnosno kreiranja paketa za učitavanje podataka. U tu svrhu korišćen je *Export Wizard* MS SQL Servera 2005. Prvi korak je izbor izvora podataka, odnosno tabele iz koje se preuzimaju podaci i odredišne tabele, odnosno tabele u koju se učitavaju podaci. Na sledećoj slici prikazan je primer povezivanja tabele *MaticnaKnjiga* iz transakcione baze podataka sa tabelom *MaticnaKnjiga* u skladištu podataka:



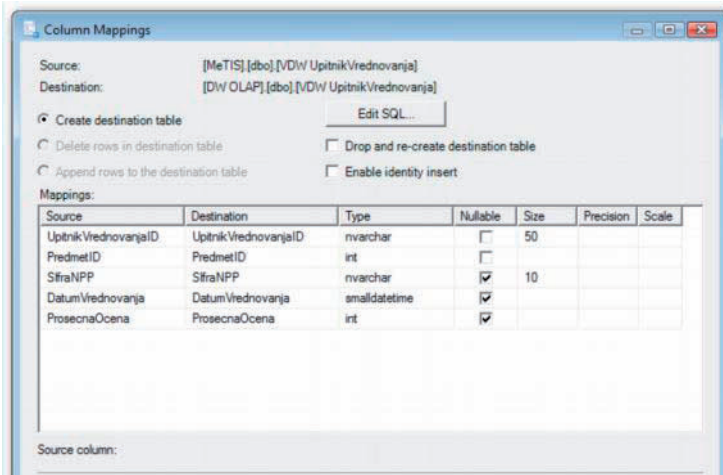
Slika 7.4 – Povezivanje tabele iz transakcione baze sa tabelom činjenica iz skladišta podataka

Na sličan način izvršeno je učitavanje podataka u skladište podataka, odnosno mapiranje kolona iz odgovarajuće tabele transakcione baze sa kolonama odgovarajuće tabele činjenica i dimenzija u skladištu podataka. Na slici 7.5 prikazano je mapiranje kolona za tabele činjenica: matična knjiga, upisna prijava, ispit i upitnik vrednovanja.

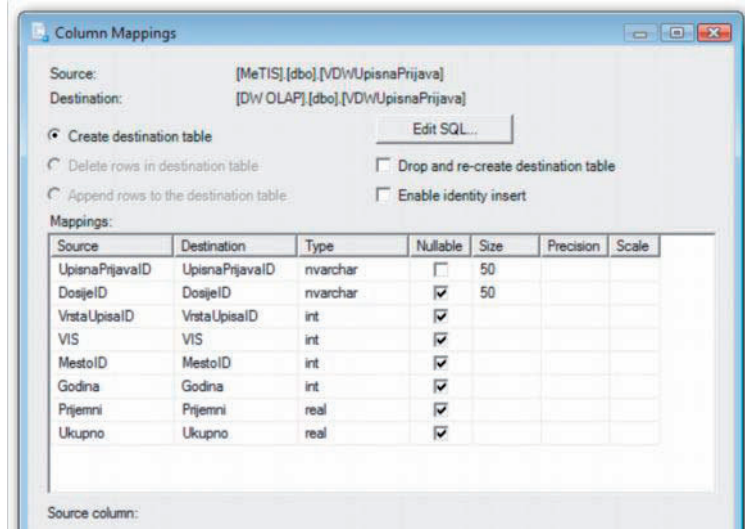




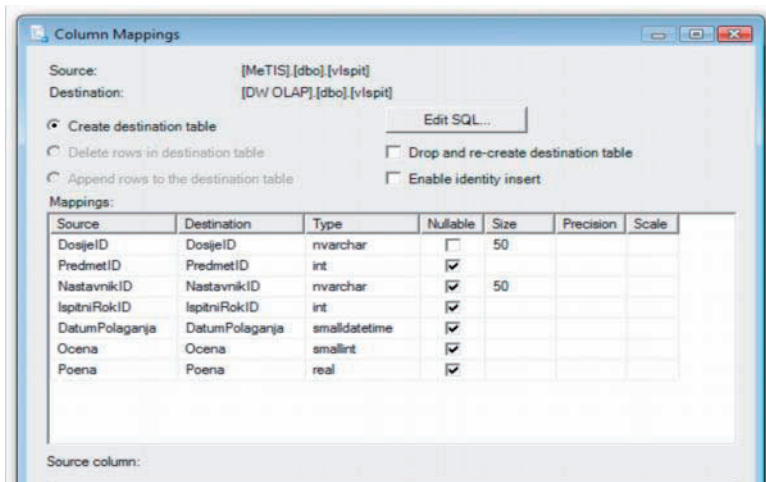
Matična knjiga



Upitnik vrednovanja



Upisna prijava



Ispit

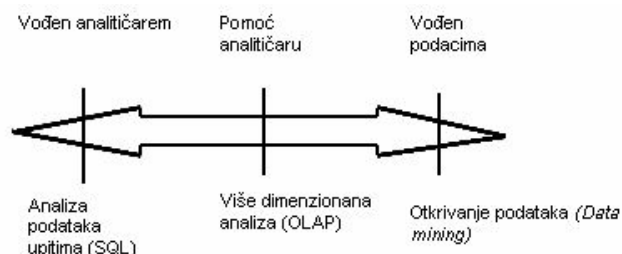
Slika 7.5 – Učitavanje podataka u tabele činjenica skladišta podataka

## 7.2. Priprema analize podataka

Skladište podataka se gradi da bi se obezbedio lako pristupačan izvor podataka visokog kvaliteta. Obično postoji potreba da se vrše analize i donose odluke kroz korišćenje tog izvora podataka.

U zavisnosti od uključenosti analitičara, postoji tri pristupa analizi podataka:

- ako analitičar vodi posao, onda se koriste SQL upiti i izveštaji;
- ako je orijentacija na višedimenzionalne analize, onda dobijeni rezultati služe kao pomoć analitičarima; i
- ako se koristi metodologija otkrivanja znanja u podacima (*Data mining*), onda je analitičar vođen podacima.



Slika 7.6 – Izbor načina analiziranja podataka

Izbor pristupa analizi podataka može uticati na tip odabranog modela podataka i njegov sadržaj. Jasno je i da se, u većini implementacija, može koristiti više tipova modela podataka da bi se najbolje zadovoljili različiti zahtevi skladišta podataka.

**Analiza podataka upitima (SQL)** – Analiza upitima i izveštajima je proces postavljanja pitanja na koje se traži odgovor, izdvajanje podataka od značaja, njihova transformacija u odgovarajući kontekst i prikazivanje u čitljivom formatu. Ovim procesom upravlja analitičar, koji mora postavljati pitanja da bi dobio odgovor.

Definicija upita je proces uzimanja poslovnih pitanja i njihovo prevođenje u format upita koji može koristiti određeni alat za podršku pri odlučivanju. Kada se upit izvrši, alat generiše odgovarajuće komande za dobijanje traženih podataka, koji se smeštaju u skup odgovora. Analitičar podataka zatim obavlja potrebne kalkulacije i manipulacije na skupu odgovora

da bi dobio željene rezultate. Ovi rezultati se zatim formatiraju da bi odgovarali obrascu prikaza ili izveštaja koji je odabran da krajnjem korisniku olakša razumevanje. Ovaj obrazac se može sastojati od kombinacije teksta, grafike, video i audio zapisa. Na kraju, izveštaj se dostavlja krajnjem korisniku na željenom izlaznom medijumu koji može biti papir, monitor ili se može predstaviti zvukom.

Krajnji korisnici su prvenstveno zainteresovani za obradu numeričkih podataka koje koriste za analizu ponašanja poslovnih procesa. Oni, takođe, mogu da računaju ili istražuju kvalitativne mere, kao što su stepen zadovoljstva korisnika, kašnjenje u poslovnim procesima ili pogrešne isporuke. Oni mogu i da analiziraju efekte poslovnih transakcija ili događaja, analiziraju trendove ili vrše ekstrapolaciju njihovih predviđanja. Često će prikazani podaci uzrokovati da korisnik formuliše drugi upit da bi razjasnio skup odgovora ili prikupio detaljnije informacije. Proces se nastavlja dok se ne dobiju željeni rezultati.

**Višedimenzionalna analiza podataka (OLAP)** – Višedimenzionalna analiza je način da se prošire mogućnosti upita i izveštaja. Ovo znači da se umesto izvršavanja višestrukih upita podaci strukturiraju da bi se omogućio brz i lak pristup odgovorima na pitanja koja se tipično postavljaju.

Interaktivno analitičko procesiranje (*On Line Analytical Processing* – OLAP) namenjeno je *online* analizama i izveštavanjima, za razliku od produkcionih sistema namenjenih ažuriranju baza podataka i obradi transakcija (*On Line Transaction Processing* – OLTP).

Postavlja se pitanje: šta je to krajnjem korisniku potrebno? Ono što krajnjem korisniku treba je:

- da može da postavi bilo koje poslovno pitanje;
- da bilo koji podatak iz transakcione baze podataka može da koristi za analizu;
- mogućnost neograničenog izveštavanja.

Donosiocima poslovnih odluka su potrebni odgovori na pitanja koja direktno utiču na njihovu mogućnost da budu kompetentni na današnjem brzo promenljivom tržištu. Njima su potrebni jasni odgovori na (koliko god) teška pitanja, i to u što kraćem periodu. U tu svrhu se koriste analitički OLAP sistemi, koji obezbeđuju informacije koje se koriste za analizu problema ili situacija. Analitičko procesiranje se primarno vrši korišćenjem poređenja ili analiziranjem šablona i trendova.

Analiziranje šablona podataka i trendova zahteva postojanje velikog broja istorijskih podataka. Zato analitičke baze podataka ne sadrže ažurne podatke, već čuvaju informacije iz određenog trenutka.

OLAP sistemi koriste višedimenzionalnost i denormalizaciju. Osnovni elementi OLAP sistema su:

- ❑ baza podataka, koja služi kao osnova za analizu;
- ❑ OLAP server, za upravljanje i manipulaciju podacima;
- ❑ interfejs sistem, prema korisniku i prema drugim aplikacijama, i
- ❑ alati za administriranje.

Pokušaj korišćenja OLAP pristupa nad bazama podataka koje su nastale na osnovu modela podataka projektovanog da podrži transakcioni nivo informacionih sistema i obezbedi zahtevani nivo integracije podataka, ne može se izvesti dovoljno efikasno za praktičnu upotrebu, a takođe ugrožava nivo performansi transakcione baze. Za korišćenje OLAP složene procedure potrebno je transakcione podatke prebaciti u posebnu – analitičku bazu podataka.

OLAP pristup mora od hardvera da poseduje poseban računar, tzv. OLAP server, na koji se povezuju relacione BP, eksterni izvori podataka i ostali interni podaci, koji su podržani grafičkim interfejsima, radnim tabelama i ostalim PC alatima.

OLAP serveri koriste višedimenzionalne strukture za čuvanje podataka i veza između njih. Višedimenzionalne strukture se najbolje vizuelizuju kao kocke podataka i kao kocke u kockama podataka. Svaka strana kocke se naziva dimenzijom. Kao što smo ranije rekli, dimenzija predstavlja kategoriju podataka, kao što su tip proizvoda, region, vreme. Svaka ćelija kocke sadrži agregirane podatke koji su u vezi sa dimenzijama. Na primer, jedna ćelija može sadržati podatke o ukupnoj prodaji za dati proizvod i region u toku jednog meseca.

OLAP serveri podržavaju tipične analitičke operacije:

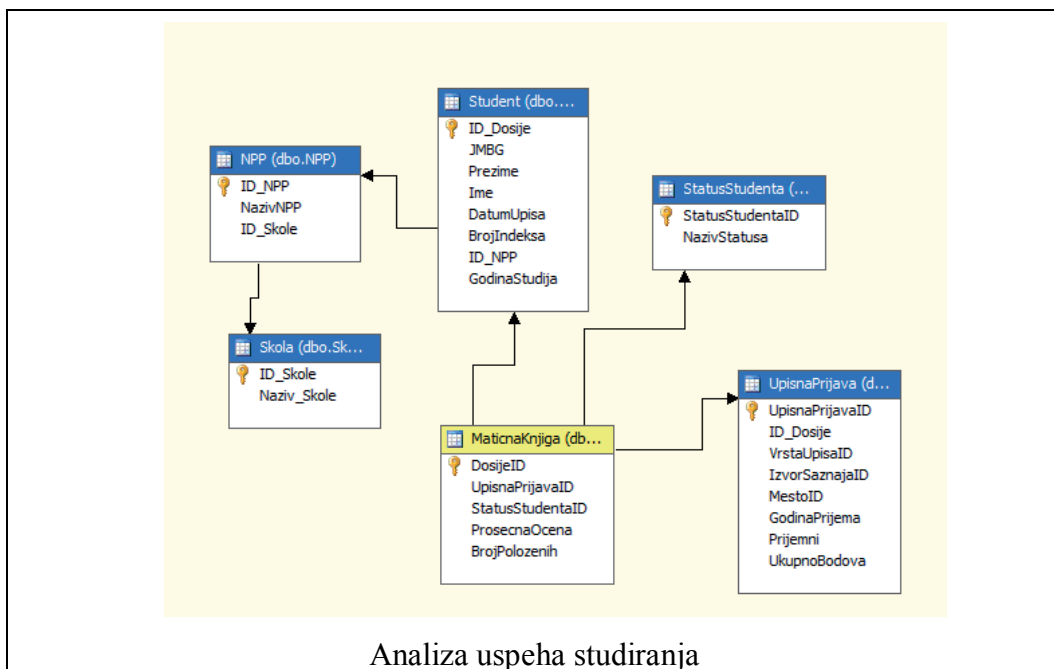
- ❑ konsolidacija – ovom operacijom se vrši agregacija podataka po zadatom kriterijumu;
- ❑ drill down/up – ove operacije omogućavaju prikazivanje više ili manje detalja podataka;
- ❑ isecanje (*slice & dice*) – ove operacije obezbeđuju prikazivanje podataka iz različitih perspektiva, pri čemu se isecanje najčešće vrši po vremenskoj dimenziji da bi se analizirali trendovi (na primer, jedan isečak kocke može prikazivati sve podatke o prodaji

za zadati tip proizvoda za sve regione, a drugi isečak može prikazivati sve podatke o prodaji po kanalima za svaki tip proizvoda).

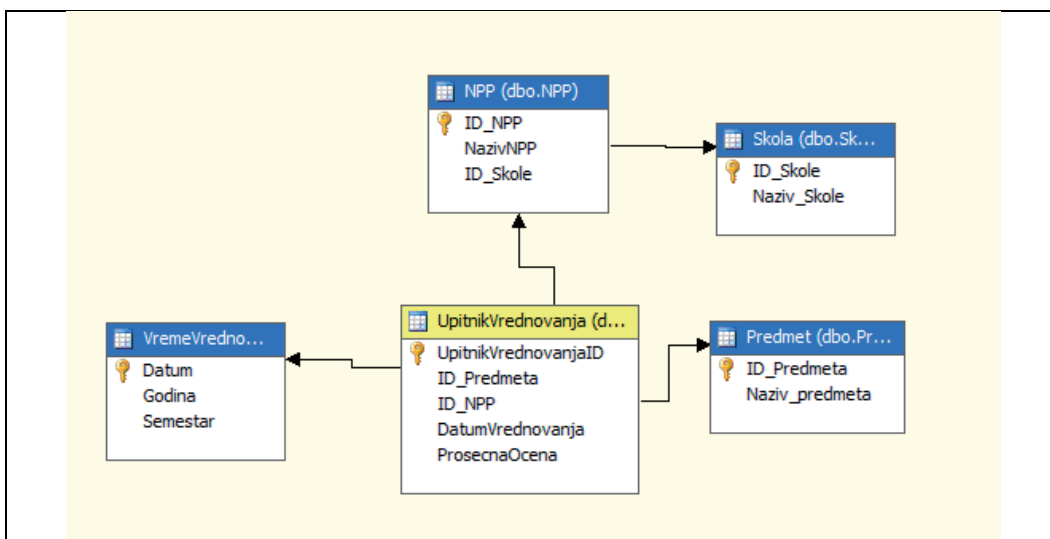
Još jedna karakteristika OLAP servera jeste ta što oni smeštaju podatke u sabijenom, zgusnutom obliku. Ovo se postiže dinamičkom selekcijom tehnika za kompresiju podataka da bi se što bolje iskoristili prostori za čuvanje podataka. Retko popunjene matrice se čuvaju odvojeno od dosta popunjenih matrica. Na ovaj način OLAP serveri minimizuju zahteve za čuvanje podataka.

Na slici 7.7 prikazana je struktura analitičke baze podataka realizovana kao OLAP baza podataka za:

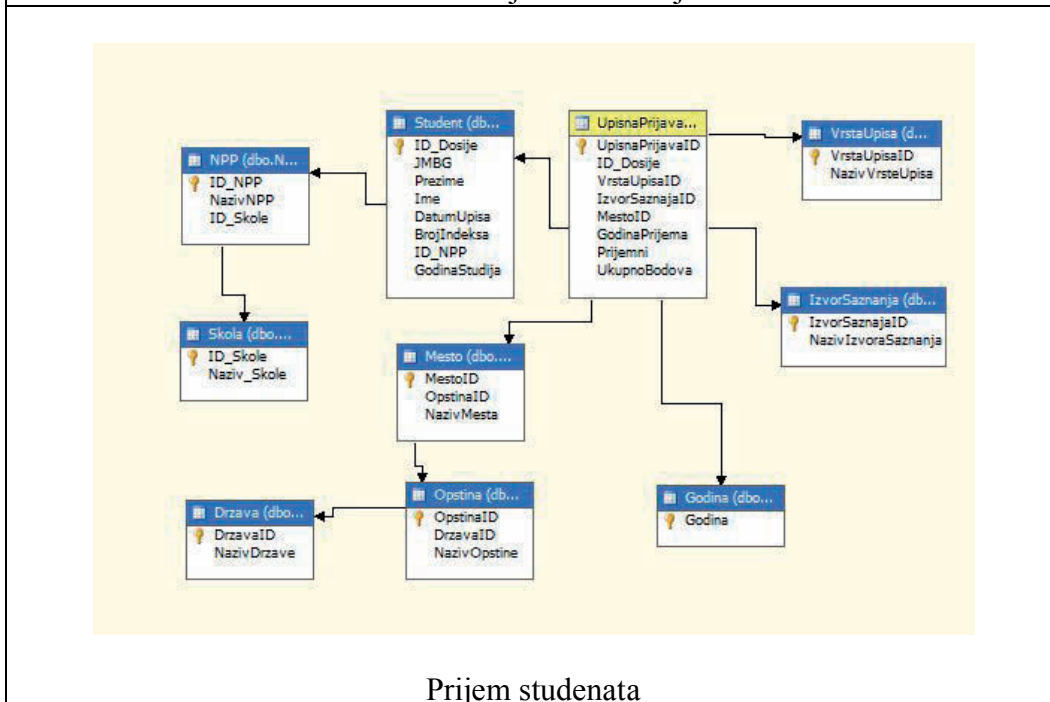
- analizu prijema studenta<sup>22</sup>,
- analizu uspeha studiranja,
- analizu ispita i
- vrednovanje obrazovanja.



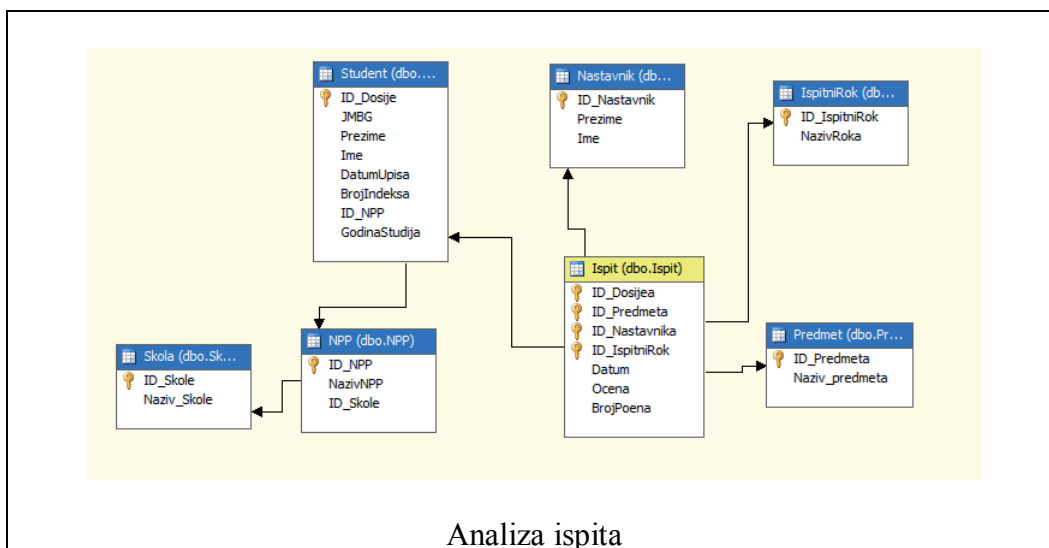
<sup>22</sup> Stanojević, Lj., Veljović, A., „Informacioni sistem Fakulteta u funkciji definisanja upisne politike“, *Tehnika*, Časopis Saveza inženjera i tehničara Srbije, Godina LXIII, br. 5, 2008.



Vrednovanje obrazovanja



Prijem studenata



Slika 7.7 – Prikaz realizovane OLAP baze podataka

**Otkrivanje znanja u podacima (Data mining)** – *Data mining* je relativno nova tehnika analize podataka. Veoma je različita od upita i izveštaja, kao i od višedimenzionalnih analiza, po tome što koristi tehniku **otkrivanja**. Ovo znači da ne postavljate određeno pitanje, već koristite algoritme koji analiziraju podatke i izveštavaju šta su otkrili. Za razliku od upita, izveštaja i višedimenzionalnih analiza, gde je korisnik morao da kreira i izvršava upite, *Data mining* traži odgovore na pitanja koja ne moraju biti prethodno postavljena. Otkrivanje može imati formu pronalaženja značaja u vezama između određenih elemenata podataka, klasterisanja određenih elemenata podataka ili neki drugi obrazac u korišćenju određenih skupova elemenata podataka. Nakon iznalaženja ovih obrazaca, algoritmi mogu da iz njih izvedu pravila. Ova pravila tada mogu biti korišćena da se generiše model koji ima željeno ponašanje, identifikuje veze među podacima, otkriva obrasce i grupiše klustere zapisa sa sličnim atributima.

*Data mining* se najtipičnije koristi za statističke analize podataka i otkrivanje znanja. Statističke analize podataka detektuju neuobičajene obrasce u podacima i primenjuju statističke i matematičke tehnike modelovanja da bi objasnile obrasce. Modeli se zatim koriste za prognoziranje i predviđanje. Vrste statističkih analiza podataka sadrže linearne i nelinearne analize, regresivne analize, viševarijantne analize, analize u vremenu. Otkrivanje znanja izdvaja



implicitne, prethodno poznate informacije iz podataka. Ovo često rezultuje u razotkrivanju nepoznatih poslovnih činjenica.

Data mining je *vođen podacima*. Postoji visok nivo složenosti u uskladištenim podacima i međusobnim vezama podataka u skladištu podataka koje je teško otkriti bez *Data mininga*. *Data mining* nudi nove poglede na poslove koji se ne mogu ostvariti upitima i izveštajima ili višedimenzionalnom analizom. *Data mining* može pomoći da ostvarimo nove poglede na posao, dajući nam odgovore na pitanja koja nikad nismo mislili da postavimo; to je komponenta skladišta podataka. Osnovna poruka *data mininga* jeste da je potrebno da se iz ogromne količine operativnih podataka i veza, koje se ne mogu odmah sagledati, definišu odgovarajuće relacije, obrasci ponašanja, što u krajnjem slučaju treba da od podataka dâ potrebne informacije.

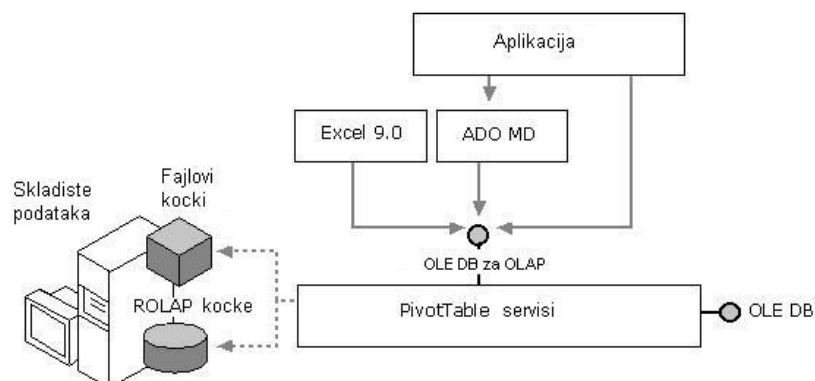
Sam podatak je sastavljen od serije karaktera, koja sama po sebi ne znači ništa. Grupisani zajedno u obliku elemenata podataka, oni nešto znače. U sledećem koraku, elementi podataka podvrgnuti *Data mining* analizi postaju veoma korisne informacije.

### **7.3. Izrada korisničkog interfejsa**

Efektivan korisnički interfejs je veoma važna komponenta bilo kog tipa sistema za podršku odlučivanju, pa i sistema poslovne inteligencije. Što je lakša upotreba interfejsa poslovne inteligencije, veće su šanse da će menadžer koristiti pomenuti softver. Mnogi menadžeri imaju ograničena kompjuterska znanja i nisu spremni da uče komandne jezike koje koriste eksperti i tehnički orijentisana lica. Stoga je za njih dobar dizajn odgovarajućeg korisničkog interfejsa najvažnija determinanta uspešnosti implementacije poslovne inteligencije.

*Korisnički interfejsi OLAP-a* treba da omoguće da se za formiranu kocku koja u sprezi sa *pivot* tabelama Excela omogući komfor za dobijanje grafičkih izlaza na osnovu kojih će rukovodstvo donositi poslovne odluke.

Na slici 7.8 su prikazana dva načina pristupa podacima u OLAP kockama, korišćenjem Microsoft Excela ili izradom posebne aplikacije, primenom takozvanih ADO mehanizama.



Slika 7.8 – Pristup OLAP kockama

Za potrebe prikaza rezultata korišćen je Microsoft Excel jer je to alat čija je osnovna namena analiza podataka (Microsoft klasifikacija). Analiza podataka organizovanih u OLAP kocke u Excelu se vrši izradom takozvanih *pivot* tabela. Microsoft Excel omogućava i vršenje analiza korišćenjem dodatnih alata, koji su njegov sastavni deo. Korisnik ima mogućnost da direktno iz Excela vrši štampanje izveštaja za određeni pogled na podatke (izabrani nivo detaljnosti i raspored dimenzija).

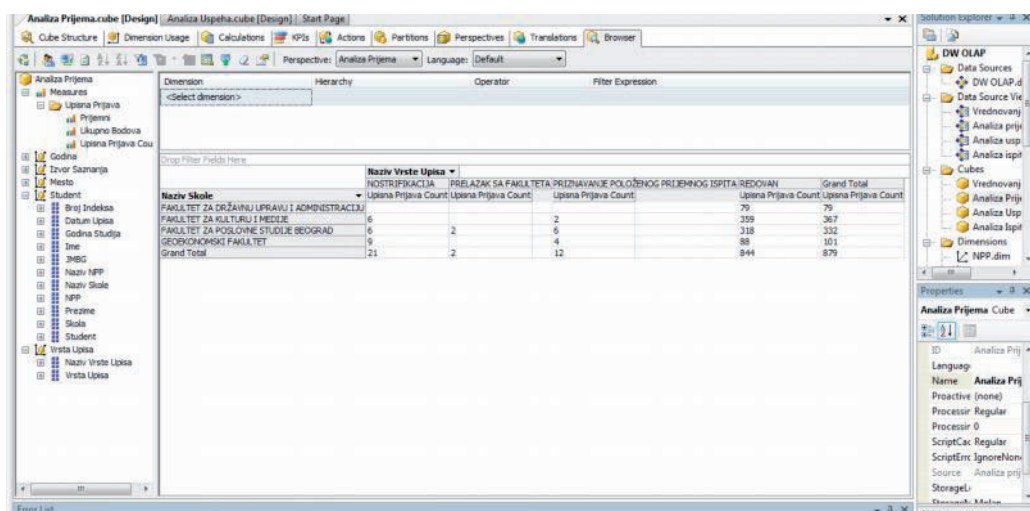
*Pivot* tabela predstavlja dinamičku tabelu sa objedinjenim podacima iz neke baze podataka. Ona služi za tabelarno prikazivanje više vrsta (dimenzija) podataka. U okviru nje se sumarni podaci mogu prikazivati na bilo kom nivou detaljnosti.

U nastavku prikazaće se rezultati vezani za podršku u odlučivanju kroz analizu prijema studenata, analizu ispita, analizu uspeha studiranja, informacije o studijskim programima, informacije o nastavnom kadru i informacije o opterećenosti nastavnih sredstava.

### 7.3.1. Analiza prijema studenata

Analiza prijema studenata pokazuje trend upisa na pojedine institucije, izvor saznanja prilikom upisa, demografsku strukturu studenata, kao i predmete za koje se studenti najviše opredeljuju na prijemnom ispitu.<sup>23</sup>

Analiza prijema studenata izvodi se na osnovu postavljenje OLAP kočke prikazane na slici 7.7. Na slici 7.9 prikazana je procesirana OLAP kočka u SQL Serveru 2005 za analizu prijema studenata.<sup>24</sup>



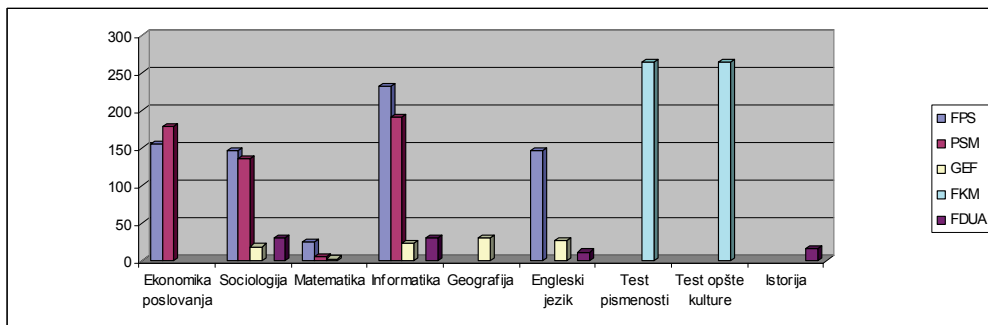
Dimension	Hierarchy	Operator	Filter Expression
Dimension			
Hierarchy			
Operator			
Filter Expression			
Crosstab Filter Fields Here			
Naziv Vrste Upisa			
Naziv Skole	PRELAZAK SA FAKULTETA PRIZNAVANJE POLOZENOG PRIJEMNOG ISPITA	REKOVAN	Grand Total
	Upisna Prijava Count	Upisna Prijava Count	Upisna Prijava Count
FAKULTET ZA DRZAVNU UPRAVU I ADMINISTRACIJU			79
FAKULTET ZA KULTURU I MEDIJE			359
FAKULTET ZA POSLOVNE STUDIJE BEOGRAD			318
GEODIZMORSKI FAKULTET			88
Grand Total			844

Slika 7.9 – OLAP kočka za analizu prijema studenata

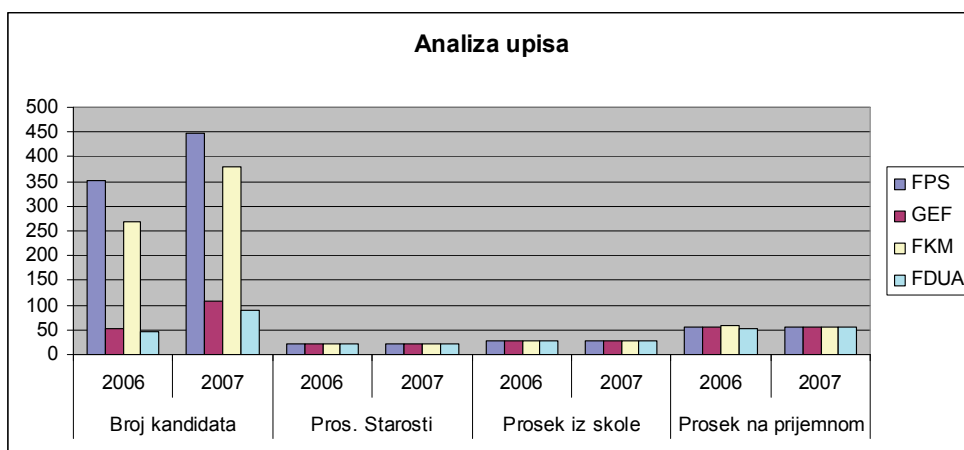
Na osnovu rezultata dobijenih procesiranjem OLAP kočke i prikazanih na prethodnoj slici, na sledećim slikama prikazane su grafičke prezentacije analize uspeha studiranja.

<sup>23</sup> Stanojević, Lj., Veljović, A., „Informacioni sistem Fakulteta u funkciji definisanja upisne politike“, *Tehnika*, Časopis Saveza inženjera i tehničara Srbije, Godina LXIII, br. 5, 2008.

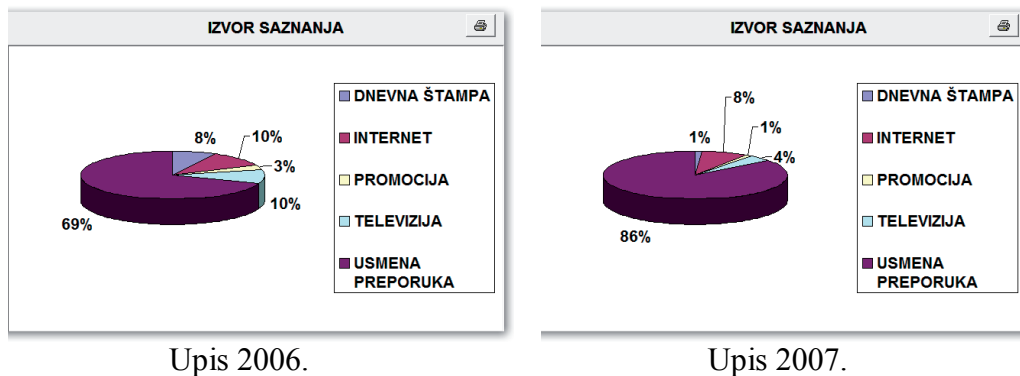
<sup>24</sup> Veljović A., Stanojević Lj., Razvoj informacionog sistema fakulteta“, *Tehnika*, Časopis Saveza inženjera i tehničara Srbije, Godina LXII 2007, br. 2, str. 14-18.



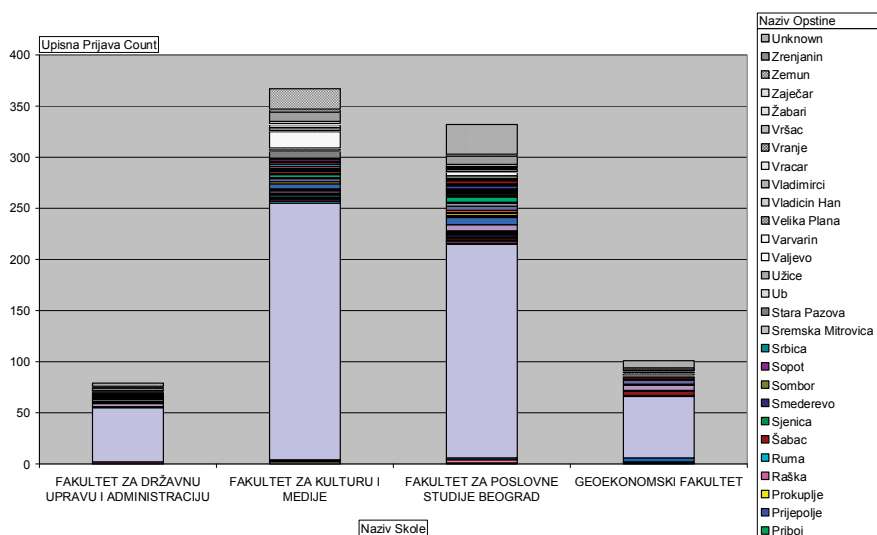
Slika 7.10 – Broj testova za koji su se studenti opredelili da rade na prijemnom ispitu, po institucijama



Slika 7.11 – Analiza upisa po fakultetima za dve uzastopne godine



Slika 7.12 – Grafički prikaz rezultata – izvor saznanja prilikom upisa na nivou Univerziteta



Slika 7.13 – Demografska analiza strukture prijavljenih studenata

Dobijeni rezultati pokazuju uporednu analizu upisa u protekle dve godine (kasnije, kada bude više podataka – i za više godina). Pored analize upisa može se, u realnom vremenu, pratiti i broj testova kao i kombinacije testova za koje se studenti opredeljuju prilikom upisa na pojedine institucije. Na osnovu tih informacije pravi se raspored polaganja prijemnog ispita, uzimajući u obzir

kapacitet sala. Nakon unošenja rezultata ispita, informacijski sistem omogućava i formiranje privremene, a potom i konačne rang-liste po fakultetima.<sup>25</sup>

### 7.3.2. Analiza ispita

Analiza ispita pokazuje koji broj studenata, od ukupnog broja upisanih, prijavljuje ispite u prvom redovnom roku, kakva je prolaznost po ispitima, kakva je izlaznost i uspešnost po predmetima i po ispitnom roku.

Analiza ispita izvodi se na osnovu postavljene OLAP kocke prikazane na slici 7.7. Na slici 7.14 prikazana je procesirana OLAP kocka u SQL Serveru 2005 za analizu ispita<sup>26</sup>:

ID_IspitniRok	Average of Ocena	Grand Total
20060001107	6.3	6.3
20060001110	7.3	7.3
20060001189	5.6	5.6
20060001446	7.9	7.9
20060001470	6.5	6.5
20060001471	9.2	9.2
20060020053	6.6	6.6
20060020058	6.5	6.5
20070020002	9.2	9.2
20070190001	6.5	6.5
20070190002	6.1	5.3
20070190033	7.7	7.7
20070190035	6.4	6.4
20070190037	8.6	8.6
20070190038	8.3	8.3
Grand Total	6.9	6.8

Slika 7.14 – Prikaz OLAP kocke za analizu ispita

Na osnovu rezultata dobijenih procesiranjem OLAP kocke i prikazanih na prethodnoj slici, na sledećim slikama prikazane su grafičke prezentacije analize ispita.<sup>27</sup>

<sup>25</sup> Stanojević, Lj., Veljović, A., „Informacioni sistem Fakulteta u funkciji definisanja upisne politike“, *Tehnika*, Časopis Saveza inženjera i tehničara Srbije, Godina LXIII, br. 5, 2008.

<sup>26</sup> Stanojević, Lj., Veljović, A., „Implementation of new technology in evaluation of educational process“, 5th International Conference on Informatics, educational technology and new media in education March 29 - 30th 2008, Faculty of Education, Sombor, Serbia.

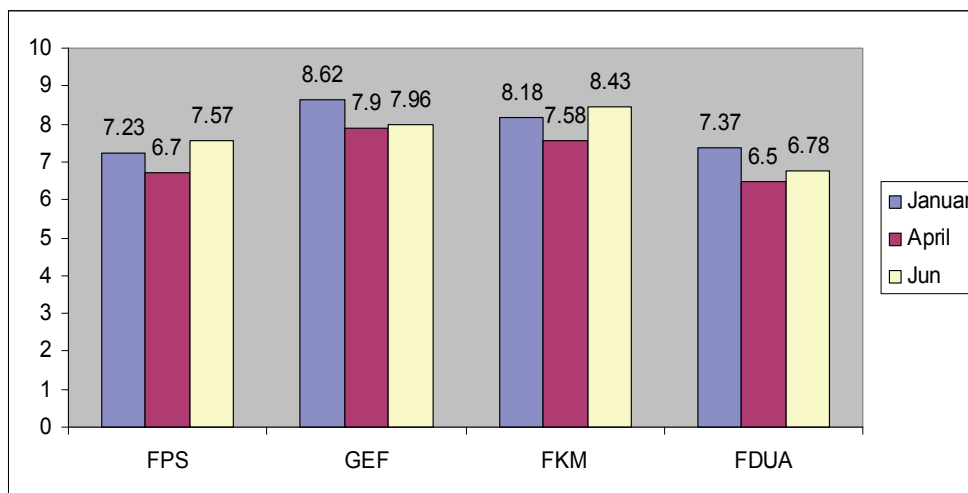
<sup>27</sup> Stanojević, Lj., Veljović, A., „Informacioni sistem Fakulteta u funkciji definisanja upisne politike“, *Tehnika*, Časopis Saveza inženjera i tehničara Srbije, Godina LXIII, br. 5, 2008.

**ANALIZA ISPITNOG ROKA**  
Školska godina: 2006  
Ispitni rok: JAN-FEB

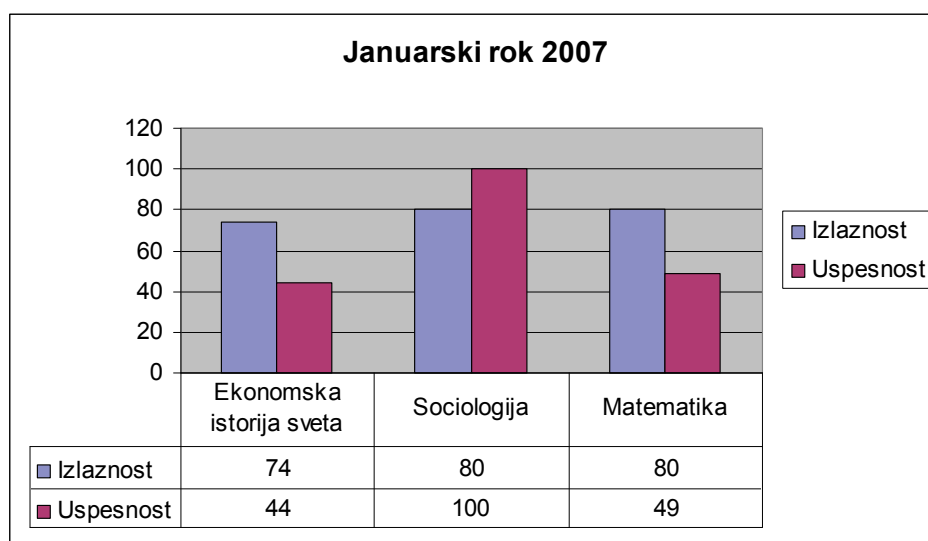
Naziv predmeta	Prijavljeno	Prijavilo	Položilo %	Izabranost %	Uspešnost %	Bez ocene	Ocene										Prosek
							5	6	7	8	9	10					
<b>302 FAKULTET ZA POSLOVNE STUDIJE BEOGRAD</b>																	
Poslovna informatika	333	239	172	72	72	94	67	51	52	33	24	12	12	7.36			
Poslovna matematika	238	149	38	63	26	89	111	15	10	8	1	4	6.75				
Sociologija menadžmenta	394	357	261	91	73	37	96	93	96	45	15	12	6.79				
Tržišna ekonomija	268	115	56	43	49	153	59	8	10	16	12	10	8.52				
<b>UKUPNO: FAKULTET ZA POSLOVNE STUDIJE BEOGRAD</b>	<b>1233</b>	<b>860</b>	<b>527</b>	<b>67.25</b>	<b>55</b>	<b>373</b>	<b>333</b>	<b>167</b>	<b>168</b>	<b>102</b>	<b>52</b>	<b>38</b>	<b>7.35</b>				
<b>303 POSLOVNA ŠKOLA MEGATREND</b>																	
Marketing menadžment	241	136	73	56	54	105	63	44	12	5	6	6	6.88				
Menadžment	397	348	228	88	66	49	120	28	32	59	70	39	8.09				
Poslovna matematika	95	50	36	53	72	45	14	19	9	5	2	1	7.39				
Sociologija menadžmenta	336	286	222	85	78	50	64	106	60	37	17	2	7.93				
Tržišna ekonomija	310	243	117	78	48	67	126	36	33	37	8	3	7.22				
<b>UKUPNO: POSLOVNA ŠKOLA MEGATREND</b>	<b>1379</b>	<b>1063</b>	<b>676</b>	<b>72</b>	<b>63.6</b>	<b>316</b>	<b>387</b>	<b>233</b>	<b>146</b>	<b>143</b>	<b>103</b>	<b>51</b>	<b>7.50</b>				
<b>308 GDEKONOMSKI FAKULTET</b>																	
Ekonomika istorija sveta	99	73	32	74	44	26	41	5	9	5	7	6	8.00				
Sociologija	94	75	75	80	100	19	0	0	0	17	27	31	9.19				
Matematika	76	61	30	80	49	15	31	3	10	5	8	4	8.00				
<b>UKUPNO: GDEKONOMSKI FAKULTET</b>	<b>269</b>	<b>209</b>	<b>137</b>	<b>78</b>	<b>64.33</b>	<b>60</b>	<b>72</b>	<b>8</b>	<b>19</b>	<b>27</b>	<b>42</b>	<b>41</b>	<b>8.40</b>				
<b>304 FAKULTET ZA KULTURU I MEDJE</b>																	
Francuski jezik 1	18	17	16	94	94	1	1	1	1	4	9	1	8.50				
Italijanski jezik 1	56	0	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0					

Strana 1 od 2

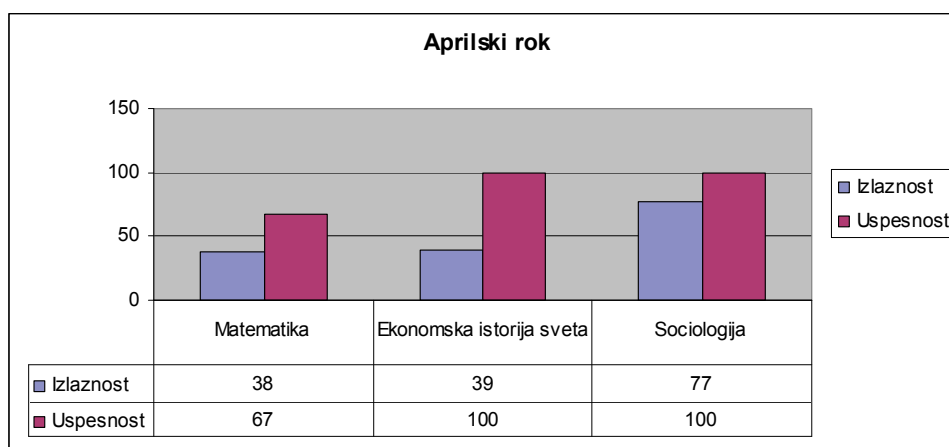
Slika 7.15 – Prikaz rezultata analize januarskog ispitnog roka 2006-2007.



Slika 7.16 – Prosečna ocena predmeta po institucijama i po ispitnom roku



*Slika 7.17 – Procentualno iskazana izlaznost i uspešnost po predmetu za januarski ispitni rok školske 2006-2007.*



*Slika 7.18 – Procentualno iskazana izlaznost i uspešnost po predmetu za aprilski rok školske 2006-2007.*

Na osnovu dobijenih rezultata može se: proceniti koji broj studenata (od ukupnog broja upisanih na određenu godinu studija) prijavljuje ispit u redovnim ispitnim rokovima (što je značajna informacija iz finansijskog aspekta); koja je prosečna ocena u posmatranom roku po institucijama (ili predmetima); kakva je



izlaznost studenata na ispit (odnos broja studenata koji izade na polaganje u odnosu na broj studenata koji je prijavio ispiti), i kakva je uspešnost polaganja ispita (procentualno iskazan broj pozitivnih ocena).

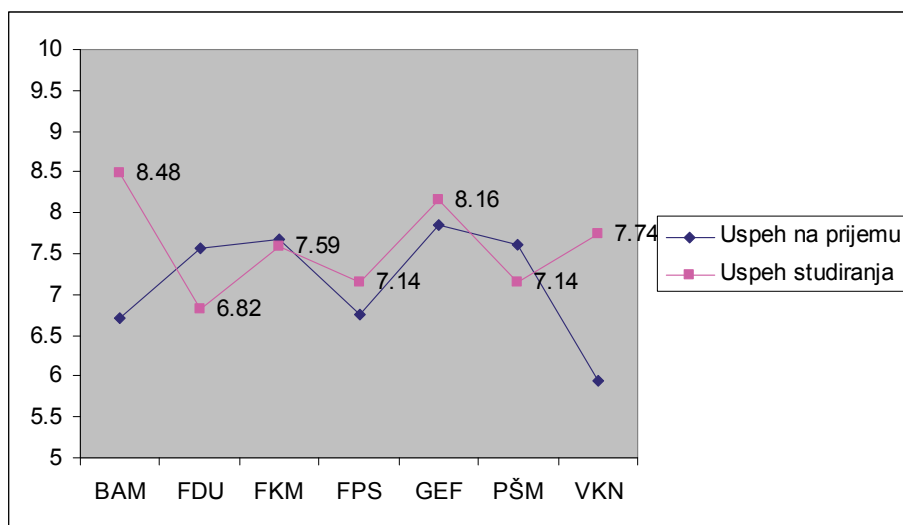
### 7.3.3. Analiza uspeha studiranja

Analiza uspeha studiranja daje uporednu analizu uspeha na prijemnom i uspeha na studijama (posmatrano za prvu godinu studija) po institucijama, poređenje uspeha iz škole sa uspehom tokom studija po najuspešnijim studentima. Analiza uspeha studiranja izvodi se na osnovu postavljene OLAP kočke prikazane na slici 7.7. Na slici 7.19 prikazana je procesirana OLAP kočka u SQL Serveru 2005 za analizu uspeha studiranja.

	O1	O2	O3	O4	O5
<b>Ukupno Bodova</b>					
Boris Akole	95.599998	95.320004	95.529997	95.279999	95.18
Fakultet za Poslovne Studije Beograd	8	8	10	8	7
Grand Total	8	8	10	8	7

Slika 7.19 – Prikaz OLAP kočke za analizu uspeha studiranja

Na osnovu rezultata dobijenih procesiranjem OLAP kočke i prikazanih na prethodnoj slici, na sledećim slikama prikazane su grafičke prezentacije analize uspeha studiranja.



Slika 7.20 – Poređenje uspeha na prijemnom sa uspehom studiranja po instituciji

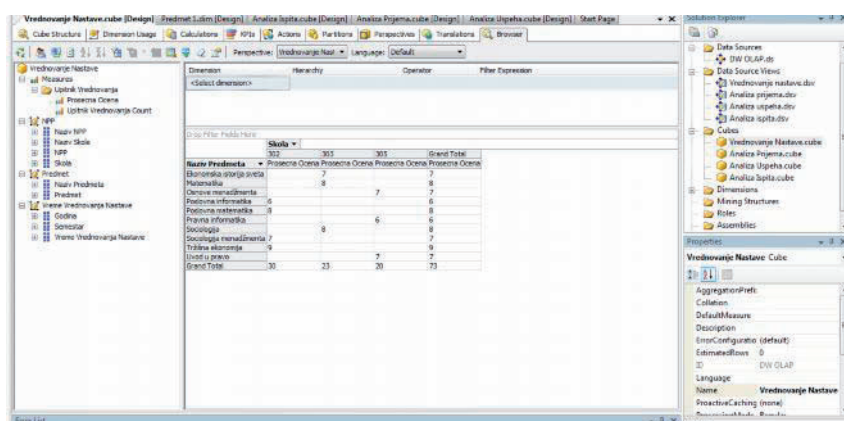
DosjeID	Student	ESPB Kredit	Pros. Bod.	Br. p. Pred.	10	9	8	7	6
200630230030039	JOVANOVIĆ Stojan DANIJELA	30	9.20	451	5	3	0	2	0
200630230030378	RAMIĆ Pero VERICA	30	8.60	423	5	1	3	0	0
20063100010008	DURAŠIĆ Mihailo MARKO	30	8.20	396	5	0	2	2	1
200630230030448	ČSOVIĆ Danilo VANJA	30	8.00	395	5	1	1	1	1
20063100010019	AREŽINA Slobodan JOVO	30	8.00	390	5	2	0	0	2
20063100010011	SIMIĆ Slavko MARKO	30	7.80	395	5	1	1	1	0
200630230030075	VUJOVIĆ Milenko LJILJANA	30	7.80	385	5	0	1	3	0
200630230030065	ILIĆ Žvorad ZLATKA	30	7.80	384	5	0	3	0	0
200630230030388	JURIŠIN Miroslav NATAŠA	30	7.60	375	5	0	2	0	2
200630230030323	STOJANOSKI Radoje RADOSLAVA	30	7.60	375	5	0	1	1	3
200630230030153	ŽIVALJEVIĆ Bratoljub MILICA	30	7.60	368	5	1	1	0	1
200630230030222	LAUŠEVIĆ Milan DRAGANA	30	7.60	366	5	0	2	1	0
200630230030171	KRASIĆ Zoran MARIJANA	30	7.40	369	5	0	1	1	2
20063100010007	DENIĆ Milun MILIĆ	30	7.40	359	5	0	1	1	2
200630230030354	PEKEČ Milan DRAGANA	30	7.40	351	5	1	0	0	3
200630230030011	MIJOVIĆ Miloško DRAŽEN	30	7.20	363	5	0	0	3	0
200630230030280	MIHALOVIĆ Milovan DRAGICA	30	7.20	345	5	0	1	1	1
200630230030176	DAMLJANOVIĆ Radovan MILICA	30	7.00	348	5	0	0	2	1
200630230030390	PADEŽANIN Branko MARIJANA	30	7.00	343	5	0	1	1	0

Slika 7.21 – Rang-lista najuspešnijih studenata na Univerzitetu

### 7.3.4. Analiza vrednovanje obrazovanja

Analiza vrednovanja obrazovanja obezbeđuje efikasan sistem prikupljanja i obrade podataka, čime se omogućava donošenje odluka koje imaju za cilj poboljšanje kvaliteta nastave, pre svega njenu efikasnost i poboljšanje uspeha studenata, kao i poboljšanje imidža visokoobrazovne ustanove među sadašnjim i potencijalnim studentima, u univerzitetskoj i široj javnosti kao institucije koja vodi stalnu brigu o kvalitetu nastave i interesu studenata.<sup>28</sup>

Vrednovanje obrazovanja izvodi se na osnovu postavljenje OLAP kocke prikazane na slici 7.7. Na slici 7.22 prikazana je procesirana OLAP kocka u SQL Serveru 2005 za vrednovanje obrazovanja.



	302	303	305	Grand Total
<b>Nivoi Prosečna Oцена</b>				
Matematika	8	7	8	
Obrazovna metodika	8	7	8	
Obrazovna informatika	6		6	
Poljoprivredna nastava		6	6	
Pravna psihologija		6	6	
Sociologija	8		8	
Sociologija menadžmenta	7		7	
Tržišna ekonomija	9		9	
Uvod u pravu	1	2	2	
Grand Total	30	23	20	73

Slika 7.22 – OLAP kocka za vrednovanje obrazovanja

Na osnovu rezultata dobijenih procesiranjem OLAP kocke i prikazanih na prethodnoj slici, na sledećim slikama grafički su prikazani rezultati vrednovanja obrazovanja.

<sup>28</sup> Stanojević, Lj., Veljović, A., „Implementation of new technology in evaluation of educational process“, 5th International Conference on Informatics, educational technology and new media in education March 29 - 30th 2008, Faculty of Education, Sombor, Serbia.

Ocene predmeta po pitanjima

Projekat: Vrednovanje april 2007

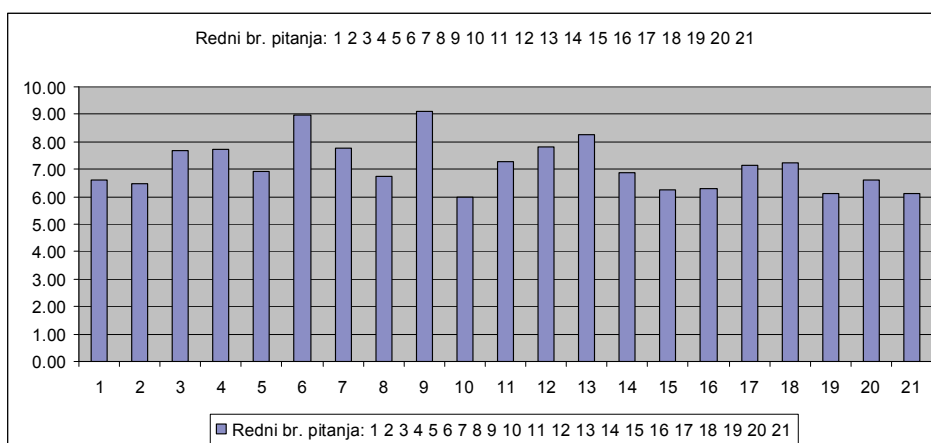
Izabran predmet: EKONOMSKA ISTORIJA SVETA

Predmet	Prosečna ocena	Broj pitanja
<b>Ekonomska istorija sveta</b>	<b>6.97</b>	<b>21</b>
Poslovna informatika	8.93	60
Poslovna matematika	8.06	102
Sociologija	8.62	36
Sociologija menadžmenta	7.59	58
Tržišna ekonomija	8.52	92
Osobne menadžmenta	7.59	36
Uvod u pravo	7.57	36
Pravna informatika	6.59	36
Matematika	8.4	36

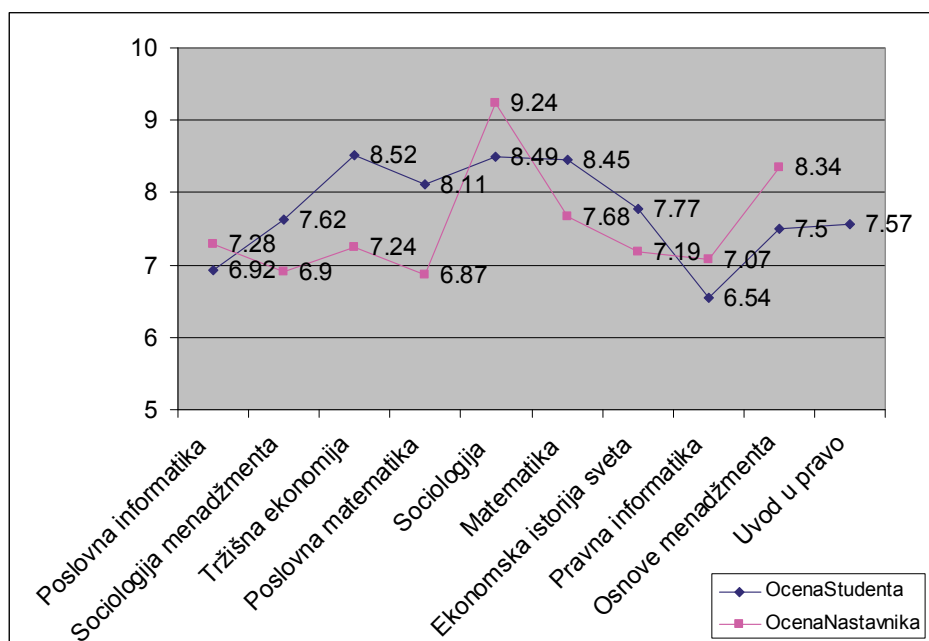
  

ID	Tekst pitanja	Oцена
1	Koliko je dobra organizacija nastave (obaveštavanje o predavanjima i ispitima, obezbeđivanje tehničke podrške, ...)	7.43
1	Koliko je profesor jasno izložio cilj, sadržaj predmeta i obaveze studenta na predmetu? (ocena od 5 do 10)	7.43
2	Informisanost i predusretljivost studentske službe ocenili biste sa? (ocena od 5 do 10)	7.14
2	Koliko je profesor uspeo da materiju približi studentima (jasno izlaganje, sistematično, razumljivo...)? (ocena od 5 do 10)	7.14
3	Opremljenost predavačnice knjigama, studijskom literaturom ocenili biste sa? (ocena od 5 do 10)	7.73
3	Koliko će materija koju ste izučavali na tom predmetu biti korisna u Vašoj profesiji? (ocena od 5 do 10)	7.73
4	Prostorne i materijalne uslove na fakultetu ocenili biste sa? (ocena od 5 do 10)	8.12
4	Koliko ste bili pripremljeni da pratite nastavu i aktivno učestvujete u njoj? (ocena od 5 do 10)	8.12
5	Studentski informacijski sistem ocenili biste sa? (ocena od 5 do 10)	6.87
5	Koliko je profesor bio spreman da u konsultacijama razjasni nejasne stvari? (ocena od 5 do 10)	6.87
6	Organizovanu sistematičnu pomoć za studente ocenili biste sa? (ocena od 5 do 10)	8.71
6	Koliko ste redovno prisustvovali nastavi? (5 nikad, 10 uvek)	8.71
7	Podsticanje i uključivanje studenata u istraživački rad ocenili biste sa? (ocena od 5 do 10)	7.27
7	Koliko ste uspešno pratili nastavu i razumeli ono što se obrađivalo? (ocena od 5 do 10)	7.27
8	Ocenite koliko ste upoznati sa mogućnostima mobilnosti (međunarodna, među univerzitetima i unutar univerzitetski)	6.5
8	Da li je profesor u ocenjivanju bio nepravedan (5) ili pravedan (10)?	6.5

Slika 7.23 – Prikaz prosečne ocene po predmetima



Slika 7.24 – Grafički prikaz ocene predmeta po pitanjima



Slika 7.25 – Poređenje prosečne ocena nastavnika na evaluaciji nastave sa prosečnom ocenom studenata na ispitu za posmatrani predmet

Dobijeni rezultati pokazuju mišljenje studenata o:

- pojedinim predmetima,
- literaturi koja pokriva određeni predmet,
- organizaciji nastave,
- studentskoj službi,
- prostornim i materijalnim uslovima,
- o uključivanju studenata u istraživački rad, kao i o
- o informisanosti studenata po pitanju mobilnosti,

Na slici 7.25 dato je poređenje prosečne ocene nastavnika na ispitu sa ocenom koju je nastavnik dobio prilikom vrednovanja obrazovanja (ocena studenata).



## 8. Zaključak

Metodologija projektovanja poslovne inteligencije nastala je iz analize standarda IDEF0 (*Integration DEFinition Function Modeling*), IDEF1X (*Integration DEFinition Information Modeling*), UML (*Unified Modeling Language*) i metoda za izgradnju skladišta podataka. Ova monografija doprinela je razvoju metodologije projektovanja poslovne inteligencije, jer je integrisala poznate klasične metode funkcionalnog (IDEF0) i informatičkog (IDEF1X) modeliranja sa objektnim pristupom (UML).

Iz studije slučaja prikazane u okviru ove monografije mogu se sagledati dobroti primene koncepta poslovne inteligencije. Neke od njih mogu se sažeti u sledećem.

- ❑ Mogućnosti da se bolje koncipira upisna politika sagledavanjem iz kojih srednjih škola studenti najviše dolaze, šta ih je opredelilo za upis na datu visokoškolsku instituciju, itd., što bi rezultiralo većim brojem upisanih studenata i većim prihodom.
- ❑ Mogućnosti praćenja studenta tokom studija i mogućnosti odabira studenata koje institucija želi da zadrži u radnom odnosu; predviđanje ponašanja studenata u smislu daljeg studiranja, odnosno odabira smera i shodno tome planiranje potrebnih kapaciteta...
- ❑ Stalno unapređenje i povećanje kvaliteta nastave i nastavnih planova i programa, što utiče na porast zadovoljenja krajnjeg korisnika (studenata).
- ❑ Određivanje optimalnog broja ispita po godinama studija, praćenjem prolaznosti na ispitima (uspešnost studiranja)...

Podjednako važne informacije mogu se dobiti i primenom koncepta poslovne inteligencije i na ostale poslove unutar jedne visokoškolske institucije.

*Poslovi uprave* – gde je potrebno razviti analitičke baze podataka za poslove sistema upravljanja kvalitetom i poslove marketinga (informacije o korektivnim i preventivnim merama kao i merama poboljšanja, informacije o rezultatima marketinške kampanje za određenu školsku godinu ili mesto, kao i bolje planiranje budućih marketinških aktivnosti, informacije koje bi doprinele boljem kratkoročnom i dugoročnom planiranju...).

*Poslove naučnoistraživačke delatnosti* – kao neke od ključnih aktivnosti visokoobrazovne ustanove, potrebno je u sistemu poslovne inteligencije posmatrati kroz poslove planiranja i vrednovanja naučnoistraživačke delatnosti, organizovanje naučnih skupova i naučno-stručnih konferencija, izdavačku delatnost i poslove biblioteke.

*Kadrovski poslovi* – kao jedan od ključnih resursa u poslovanju visokoobrazovne ustanove; koncept razvoja poslovne inteligencije za ove poslove treba da omogući donošenje poslovnih odluka vezanih za obezbeđivanje potrebnih kadrova i angažovanje nastavnika u onim naučno-stručnim oblastima gde su pokazali najviše rezultate, što je vezano sa prethodno opisanim poslovima obrazovanja.

*Poslovi logistike* – iz pozadine treba da podrže sve prethodno definisane aktivnosti u primeni poslovne inteligencije, pre svega za razvoj informacionih sistema, kao i sve ostale poslove kao što su nabavka, održavanje i drugo.

Opšti **pravac daljih istraživanja** za prethodno postavljene poslove jeste primena *Data mininga* tj. postupka otkrivanja znanja u podacima. Za kvalitetnu primenu ove metodologije potrebno je imati što više podataka za upoređivanje. Što znači: što se više podataka bude unosilo u informacioni sistem visokoobrazovne ustanove, to će se dobijati kvalitetnije informacije za potrebe odlučivanja.



## 9. Pojmovi

*Ad-hoc upit (Ad-Hoc Query)*: Svako spontano i neplanirano pitanje, ili upit. To je upit koji se sastoji od dinamički generisanog SQL-a, koji je obično generisan preko neke desktop alatke.

*Agregacija (Aggregation)*: Specijalna forma asocijacija koja specifikuje odnos između agregacije (celine) i komponentnog dela.

*Alati poslovne inteligencije (BI Tools – BI Software)*: Softver koji omogućava poslovnim korisnicima pogled na velike količine kompleksnih podataka i njihovo korišćenje. Aplikacije su dizajnirane tako da omogućuju lak pristup poslovnim informacijama svima u organizaciji, u cilju donošenja boljih poslovnih odluka, unapređenja poslovanja i jačanja odnosa sa kupcima i dobavljačima.

*Asocijacija (Association)*: Semantička veza između dva ili više klasifikatora koji obuhvataju veze između njihovih instanci.

*Atribut (Attribute)*: Svojstvo ili karakteristika koja je uobičajena za neke ili sve objekte entiteta. Jedan atribut prikazuje korišćenje domena u kontekstu entiteta.

*Baza podataka (Database)*: Kolekcija podataka koji su u međusobnoj relaciji, često sa kontrolisanom redundansom podataka, organizovanom po modelu (šemi) da koristi jednoj ili više aplikacija.

*Dijagram klasa (Class diagram)*: Dijagram koji pokazuje kolekciju deklarativnih (statičkih) elemenata modela, kao što su klase, tipovi, i njihove sadržaje i veze.

*Dimenziona tabela (Dimension Table)*: Tabela u šemi zvezde koja sadrži podatke za jednu od dimenzija višedimenzionalne kocke.

*Domen (Domain)*: Imenovani skup vrednosti podataka istih tipova podataka, preko kojih se formiraju stvarne vrednosti atributa objekata. Svaki atribut može biti definisan pod samo jednim domenom.

*Drill Down/Up*: Tehnika analize koja dopušta korisnicima navigaciju po nivoima podataka rangiranim od najsumarnijih (up) do najdetaljnijih (down).

*Druga normalna forma (Second Normal Form – 2NF)*: Entitet je u drugoj normalnoj formi, ako je prvo u prvoj normalnoj formi i ako je svaki atribut koji nije ključ u direktnoj zavisnosti sa primarnim ključem.

*Egzistencijalna zavisnost (Existence Dependency)*: Uslov između dva entiteta u relaciji, koji pokazuje da ne može postojati objekat jednog entiteta koji nije u relaciji sa objektima drugog entiteta.

*Eksplisno znanje (Explicit Knowledge):* Znanje artikulirano formalnim jezikom, prenosi se u obliku informacija putem različitih medija i relativno lako se uklapa u strukturu inteligentnih informacionih sistema jer ne postoje njegove apstraktne kategorije.

*Element podatka (Data Element):* Najelementarnija jedinica podataka koja može da bude prepoznata i opisana u rečniku ili skladištu i koja ne može dalje da bude dekomponovana.

*Entitet roditelj (Entity Parent):* Entitet čiji objekti mogu da budu u vezi sa više objekata drugog entiteta (entiteta dete).

*Entitet (Entity):* Prezentacija realnih i apstraktnih stvari (ljudi, objekata, slučaja...) koji se prepoznaju pod istim tipom podataka, jer dele iste karakteristike i mogu učestvovati u istim relacijama.

*Entitet dete (Entity Child):* Entitet u specifičnoj povezujućoj relaciji, čiji objekti mogu biti u vezi sa nula ili jednim objektom drugog entiteta (roditelja).

*ETL procesi (Extract, Transform and Load):* ETL procesi podrazumevaju postupke dobijanja podataka iz nekog skladišta podataka (ekstrakcija), modifikovanje tih podataka (Transform) i umetanje u različita skladišta podataka (Load).

*Funkcionalna zavisnost (Functional Dependency):* Veza entiteta kojom se opisuje uslov „bar jedan“.

*Grafički korisnički interfejs (Graphical User Interface – GUI):* Programski interfejs koji koristi grafičke mogućnosti računara u cilju olakšavanja rada pri upotrebi računara. Grafički interfejs koristi pokazivačke uređaje za selektovanje objekata, uključivanje ikona, menija, tekst boksova, itd.

*Identifikator zavisnosti (Identifier Dependency):* Iskaz između dva entiteta u vezi, koji zahteva da primarni ključ u jednom (entitetu detetu) sadrži primarni ključ drugog (entiteta roditelja).

*Ime uloge (Role Name):* Ime dodeljeno prenesenom ključu i predstavlja upotrebu prenesenog ključa u entitetu.

*Informacija (Information):* Podatak koji se obrađuje radi dobijanja nekog značenja i znanja za osobu koja je prima. Ona je izlaz iz informacionog sistema.

*Intelektualni kapital (Intellectual Capital):* Ukupna intelektualna imovina i intelektualni potencijal kojim se kompanija koristi za stvaranje nove vrednosti. Sadrži akumulirano znanje koje neka organizacija poseduje u svojim ljudima, metodama, patentima, dizajnima i vezama. Deli se na tri segmenta: ljudski kapital, strukturalni ili organizacijski kapital i kapital klijenata.

*Kardinalnost (Multiplicity):* Specifikacija opsega dozvoljene kardinalnosti koja se može prihvatiti. Specifikacija kardinalnosti može biti data

za uloge unutar asocijacija, delova unutar kompozicija, ponavljanja i drugih svrha. Obično je kardinalnost podskup nenegativnih celih brojeva.

*Kategorija entiteta (Entity Category):* Entitet čiji se objekti prikazuju podtipom i potklasifikacijom drugog entiteta (podtip, potklasa).

*Klasa (Class):* Opis skupa objekata koji dele iste atribute (osobine), operacije, metode, veze i semantiku. Klasa može da koristi skup interfejsa da specifikuje kolekciju operacija, koji snabdevaju svoju okolinu.

*Klijent/server arhitektura (Client/server architecture):* Mrežna arhitektura u kojoj računari na mreži učestvuju kao serveri u upravljanju podacima i servisima mreže, ili kao klijenti, gde korisnici pokreću aplikacije i pristupaju serveru.

*Ključ, Kandidat (Key, Candidate):* Atribut, ili kombinacija atributa entiteta čije vrednosti jednoznačno određuju sve objekte entiteta.

*Ključ, Opcioni (Key, Alternate):* Svaki ključ kandidat koji nije primarni ključ.

*Ključ, Preneseni (Key, Foreign):* Atribut ili kombinacija atributa deteta, ili nekog drugog entiteta čija se vrednost primarnog ključa poklapa sa vrednošću primarnog ključa entiteta roditelja.

*Ključ, Primarni (Key, Primary):* Kandidatski ključ koji jednoznačno identifikuje entitet.

*Ključ, Složeni (Key, Composite):* Ključ sastavljen od dva ili više atributa.

*Korisnički interfejs (User Interface):* Komponenta računarskog sistema za podršku u odlučivanju, koja omogućava bidirekcionu (dvosmernu) komunikaciju između sistema i korisnika.

*Korišćenje (Uses):* Relacije od jednog slučaja upotrebe do drugog u kojima ponašanje definisano za prethodne slučajeve upotrebe uračunava ponašanje za kasnije.

*Lanac znanja (Knowledge chain):* Sadrži četiri elementa koja čine bit korisnosti.

*Metapodaci (Metadata or Meta Data):* Podaci o podacima u skladištu podataka. Pomažu u definisanju sadržaja skladišta podataka. To su semantičke informacije odgovarajućih promenljivih. Moraju da uključuju poslovne definicije podataka, tačne opise tipova podataka, potencijalne vrednosti, originalni izvorni sistem, formate podataka i druge karakteristike. Definišu i opisuju poslovne podatke. Sadrže stvari poput imena, dužine, validne vrednosti i opisa podataka nekog podatka elementa. Čuvaju se u rečniku podataka. Izoluju skladište podataka od promena usled rada pod nekim operativnim sistemom.

*Metoda (Method)*: Implementacija operacije. Specifikuje algoritam, ili proceduru koja daje rezultate operacije.

*Model podataka (Data Model)*: Grafička i tekstualna prezentacija analize koja identifikuje podatke koji su potrebni organizaciji koja učestvuje u poslu. Prezentuje entitete, domen (atribute) i relacije sa drugim podacima i konstruiše konceptualni pogled podataka i relacija između podataka.

*Multidimenzijaska kocka (Multidimensional cube)*: Osnovna jedinica skladišta podataka, koja u sebi sadrži dimenzije interesantne korisnicima za analizu. Niz multidimenzijaskih kocki iz srodne organizacijske jedinice ili jednog segmenta poslovanja čini *data mart*.

*N-arna asocijacija (n-ary association)*: Asocijacija preko tri ili više klasa. Svaka instanca asocijacije je n-ta vrednost odgovarajuće klase.

*Normalizacija (Normalization)*: Proces redefinisanja i regrupisanja atributa u entitetima, u skladu sa normalnom formom.

*Normalna forma (Normal Form)*: Stanje entiteta koje relativno zadovoljava skup normalizacija njegovih atributa. Specifična normalna forma je izvedena sukcesivnom redukcijom entiteta iz njegovog izvornog stanja u neki željeni oblik forme.

*Nul (Null)*: Stanje gde vrednost nekog atributa nije poznata za neki objekat entiteta.

*Ograničenje (Constraint)*: Pravilo koje pokazuje validnost stanja podataka.

*Ograničenje egzistencije (Constraint, Existence)*: Uslov gde objekti jednog entiteta ne mogu da postoje ukoliko ne postoje objekti entiteta sa kojim je ovaj u relaciji.

*Ograničenje kardinalnosti (Constraint, Cardinality)*: Ograničenje broja objekata entiteta, koje može da bude asocirano u relaciji.

*OLAP alati (On-Line Analytical Processing)*: Kategorija aplikacija i tehnologije namenjena za skupljanje, upravljanje, obradu i prezentaciju multidimenzijaskih podataka namenjenih analizama za potrebe upravljanja. Omogućuje brz, konzistentan i interaktivan način pristupa i manipulacije multidimenzijaskim podacima memorisanim u skladištu podataka. OLAP postoji u dva temeljna oblika, s obzirom na formu u kojoj su podaci memorisani: relacioni (ROLAP) i multidimenzionalni (MOLAP), te u hibridnom obliku (HOLAP) koji za više nivoa sumarizacije koristi multidimenzionalni oblik, ali omogućuje i drill-down do nižih nivoa koji su smešteni u relacionoj tabeli.

*On-line Analytical Processing (OLAP)*: Softver koji se koristi za rad sa višedimenzionalnim podacima iz različitih izvora koji se smeštaju u skladište

podataka. Formira različite poglede na podatke. Omogućuje brži, sadržajni i interaktivniji pristup višedimenzionalnim podacima.

*Organizacija koja uči (Learning Organization)*: Organizacija koja je prilagođena kupcima, karakteristike su joj kreativnost, intenzivno znanje, visoko obrazovan kadar, spremnost i sposobnost menadžmenta i zaposlenih na stalno učenje.

*Osnovni entitet, generički (Entity Generic)*: Entitet čiji su objekti klasifikovani u jedan ili više podtipova ili potklasa (supertip, superklasa).

*Otkrivanje „znanja“ u podacima (Data mining)*: Postupak traženja skrivenih modela, odnosa i zakonitosti unutar baze podataka. Današnji moćni softver za Data mining omogućuje pronalaženje uzoraka i trendova koji su značajni za pomoć pri definisanju poslovne strategije, pronalaženje povezanosti između raznih varijabli i pronalaženje interesantnih segmenata i preseka informacija. Kombinacijom tehnika iz područja statističke analize, neuronskih mreža, tehnika modeliranja, pronalaze se strukture i odnosi među njima, te izvode pravila i modeli koji omogućuju predviđanje i odlučivanje u novonastalim situacijama.

*Podaci (Data)*: Binarna (digitalna) prezentacija atomskih činjenica, teksta, grafika, bit mapa, zvuka, analognih ili digitalnih video segmenata. Podatak je sirovina sistema koju ovaj dobija preko procedura i koja se koristi radi kreiranja informacija.

*Poslovna inteligencija (Business Intelligence)*: Proces prikupljanja raspoloživih internih i značajnih eksternih podataka i njihovo pretvaranje u korisne informacije koje pomažu menadžmentu pri donošenju odluka. Označava i široku kategoriju softverskih solucija za prikupljanje, konsolidovanje, analiziranje i osiguranje pristupa podacima korisnicima u organizaciji u cilju donošenja boljih poslovnih odluka. Izraz i koncept poslovne inteligencije osmislili su stručnjaci Garnter Grupe 1993. godine.

*Poslovne transakcije (Business Transaction)*: To je jedinica posla nad strukturama podataka u cilju kreiranja, modifikacije ili brisanja poslovnih podataka. Svaka transakcija predstavlja jednu vrednovanu činjenicu, koja opisuje jedan poslovni slučaj.

*Poslovni model (Business Model)*: Dizajnerski pogled na to kako posao funkcioniše. Pogled može biti s aspekta posla, podataka, slučaja ili resursa i može da bude o prošlom, sadašnjem ili budućem stanju posla.

*Poslovni podaci (Business Data)*: Podaci o ljudima, mestima, stvarima, poslovnim pravilima i slučajevima koji se upotrebljavaju pri vođenju posla. Nisu metapodaci.

*Pravilo (Rule)*: Formalni pristup specifičnim preporukama, direktivama ili strategiji, iskazanim kroz IF-THEN konstrukcije.

*Prva normalna forma (First Normal Form – 1NF)*: Entitet je u prvoj normalnoj formi ako su njegov sadržaj samo atomske vrednosti.

*Rapidni razvoj aplikacija (Rapid Application Development – RAD)*: Deo metodologije koji navodi na inkrementalni razvoj uz podršku naručioca. Cilj je da razvoj projekta ostane usredsređen na stalno ostvarivanje komunikacije. Jedino ograničenje pri ovakvom radu jeste različitost govora lica koja su u komunikaciji.

*Rečnik podataka (Data Dictionary)*: Baze podataka o podacima i strukturama.

*Reinženjering poslovnih procesa (Business Process Re-engineering)*: Fundamentalna reorganizacija institucije, koja se bazira na procesima koji donose vrednost kupcu. Uključuje reorijentaciju poslovanja od usmerenosti proizvodu ka usmerenost kupcu.

*Sistem (System)*: Kolekcija povezanih jedinica koje su organizovane da izvršavaju određenu svrhu. Sistem može biti opisan jednim modelom ili sa više njih, najverovatnije sa različitih aspekata posmatranja.

*Sistem za podršku odlučivanju (Decision Support System)*: Kompjuterski sistem dizajniran za svrhu asistencije organizaciji u postupku donošenja poslovnih odluka.

*Skalabilnost (Scalability)*: Sposobnost raslojavanja radi održavanja većih ili manjih količina podataka i više ili manje korisnika.

*Skladište podataka (Data Warehouse)*: Skup integrisanih podataka izolovanih i prikupljenih iz operacijskih sistema iz svih područja poslovanja za sprovođenje analiza kao pomoć pri donošenju poslovnih odluka. Radi se o velikoj bazi koja omogućuje relativno brzo i jednostavno izvođenje složenih upita nad velikim količinama podataka.

*Slučaj upotrebe (Use case)* – Dijagram koji pokazuje relacije između aktera i slučajeva upotrebe unutar sistema.

*Spremište podataka (Data Mart)*: Baza podataka koja ima jednake karakteristike kao i skladište podataka, ali po pravilu manja i fokusirana na podatke jednog segmenta poslovanja ili jedne organizacione celine.

*Šema (Schema)*: Definicija strukture podataka.

*Šema zvezde (Star Schema)*: Dizajn baze podataka koji se sastoji od tablice činjenica i jedne ili više dimenzijskih tablica.

*Tip podataka (Data Type):* Kategorizacija apstraktnog skupa vrednosti, karakteristika i skupa operacija koji se odnose na attribute. Celi brojevi, realni brojevi, znakovni tipovi podataka.

*Transakcione baze podataka (Operational or Transaction Database):* Baze podataka za transakciju (razmenu) podataka. One su izvor za skladišta podataka.

*Treća normalna forma (Third Normal Form – 3NF):* Jedan entitet je u trećoj normalnoj formi najpre ako je u drugoj normalnoj formi, i ako svaki atribut koji nije ključ nije u direktnoj zavisnosti od primarnog ključa.

*Upit (Query):* Postavljanje pitanja (kriterijuma). Obično koristi složene SQL konstrukcije.

*Upravljanje znanjem (Knowledge Management):* Predstavlja konstantni proces obnove znanja organizacije. Opšti cilj upravljanja znanjem je povezati one kojima treba znanje s izvorima znanja u organizaciji, kao i usklađivanje transfera tog znanja.

*Višedimenzionalna baza podataka (Multi dimensional Database – MDDBS):* Baza podataka koja omogućava korisnicima analize velikih količina podataka. Predstavlja podatke kao nizove koji su organizovani u višestruke dimenzije. Promenljive su objekti koji se čuvaju u višedimenzionalnim bazama. To su jednostavni nizovi vrednosti (numeričkih najčešće) koji su dimenzionisani po dimenzijama u bazi podataka. Može da ima višestruke promenljive, sa različitim ili jedinstvenim skupom dimenzija. Ovaj višedimenzionalni pogled na podatke naročito je važan za OLAP aplikacije.

*Znanje (Knowledge):* Nematerijalni resurs, slika stvarnosti iskazana zamislama čoveka. Sastoji se od intuicije, skupa ideja, iskustva, veština i učenja. Ima potencijal stvaranja nove vrednosti.

*Znanje zasnovano na podacima (Data-Based Knowledge):* Znanje izvedeno iz podataka korišćenjem alata poslovne inteligencije iz skladišta podataka.

*Životni ciklus razvoja sistema (Systems Development Life Cycle – SDLC):* Proces sistemske analize, softverskog inženjeringa, programiranja i korisničke izgradnje sistema.





## 10. Skraćenice

BPR	Business Process Reengineering
BPWin	Business Process for Windows
CASE	Computer Aided System Engineering
CGI	Common Gateway Interface
DBMS	DataBase Management System
DDL	Data Definition Language
DM	Data mining
DML	Data Manipulation Language
DMO	Distributed Management Objects
DPC	Deferred Process Call
DRI	Declarative Referential Integrity
DSN	Data Source Name
DSS	Decision Support Systems
DTS	Data Transformation Services
DW	Data Warehouse
EIS	Executive Information Systems
ERwin	Entity Relationships for Windows
ESS	Executive Support Systems
IDEF0	Integration Definition Functional Modeling
IE	Information Engineering
ISO	International Organization for Standardization
ISQL	Interactive Structured Query Language

KE	Knowledge Engineering
KM	Knowledge Management
MOLAP	Multidimensional OLAP
ODBC	Open DataBase Connectivity
OLAP	OnLine Analytical Processing
OLE (DB)	Object Linking and Embedding (DataBase)
OLTP	Online Transaction Processing
PK	Primary Key
RAD	Rapid Application Development
RDBMS	Relational DataBase Management System
RI	Referential Integrity
ROLAP	Relational OLAP
SQL	Structured Query Language
TQM	Total Quality Management
UML	Unified Modeling Language
UNC	Universal Naming Convention
XML	Extensible Markup Language

## 11. Pregled slika

- Slika 2.1 – Koncept poslovne inteligencije
- Slika 2.2 - Logička hijerarhija podataka, informacija i znanja
- Slika 2.3 – OLAP kocka
- Slika 4.1 – Dijagram konteksta
- Slika 4.2 – Dijagram konteksta za poslove visokoobrazovne ustanove
- Slika 4.3 – Stablo poslova
- Slika 4.4 – Stablo poslova visokoobrazovne ustanove
- Slika 4.5 – Dijagram dekompozicije
- Slika 4.6 – Dekompozicioni dijagram za poslove visokoobrazovne ustanove
- Slika 4.7 – Dekompozicioni dijagram za poslove uprave
- Slika 4.8 - Dekompozicioni dijagram za poslove obrazovanja
- Slika 4.9 – Dekompozicioni dijagram za poslove studentske službe
- Slika 4.10 – Dekompozicioni dijagram naučnoistraživačke delatnosti
- Slika 4.11 – Dekompozicioni dijagram za kadrovske poslove
- Slika 4.12 – Dekompozicioni dijagram za poslove logistike
- Slika 4.13 – Primer identifikujuće veze
- Slika 4.14 – Primer obavezne neidentifikujuće veze
- Slika 4.15 – Primer opcione neidentifikujuće veze
- Slika 4.16 – Primer potpune i nepotpune strukture
- Slika 4.17 – Poslovni proces prijema studenata
- Slika 4.18 – Transakcioni model podataka za poslovni proces prijema studenata
- Slika 4.19 – Poslovni proces personalnog praćenja studenta
- Slika 4.20 – Transakcioni model podataka za poslove proces personalno praćenje studenata
- Slika 4.21 – Poslovi proces praćenje ispita
- Slika 4.22 – Transakcionalni model podataka za poslove procesa praćenja ispita
- Slika 4.23 – Poslovni proces vrednovanja obrazovanja
- Slika 4.24 – Transakcioni model podataka za poslovni proces vrednovanja obrazovanja
- Slika 4.25 – Grafički prikaz poslovnih slučajeva upotrebe
- Slika 4.26 – Dijagram poslovnih slučajeva upotrebe

Slika 4.27 – Grafički prikaz izrade dijagrama poslovnih aktivnosti  
Slika 4.28 – Dijagram poslovnih aktivnosti za poslovni slučaj upotrebe prijema studenata  
Slika 4.29 – Dijagram poslovnih aktivnosti za poslovni slučaj upotrebe personalnog praćenja studenta  
Slika 4.30 – Dijagram poslovnih aktivnosti za poslovni slučaj upotrebe praćenja ispita  
Slika 4.31 – Dijagram poslovnih aktivnosti za poslovni slučaj upotrebe realizacije studijskog programa  
Slika 5.1 – Dijagram sistemskih slučajeva upotrebe  
Slika 5.2 – Primer dijagrama sistemskih aktivnosti  
Slika 5.3 –Dijagram sistemskih slučajeva upotrebe  
Slika 5.4 – Tip veze asocijacija  
Slika 5.5 – Tip veze agregacija  
Slika 5.6 – Tip veze generalizacija  
Slika 5.7 – Konceptualni modeli  
Slika 5.8 – Primer dijagrama sekvenci  
Slika 5.9 – Dijagrami sekvenci  
Slika 5.10 – Primer dijagrama saradnje  
Slika.5.11 – Dijagrami saradnje  
Slika 6.1 – Ekstrakcija transformacija i čišćenje podataka  
Slika 6.2 – Jednostavna šema zvezde  
Slika 6.3 – Šeme zvezde, pahulje i galaksije  
Slika 6.4 – Šema galaksije – logički model skladišta podataka  
Slika 6.5 – Šema pahulje  
Slika 6.6 – Primer klase  
Slika 6.7 – Primer veze tipa asocijacija  
Slika 6.8 – Primer veze tipa agregacija  
Slika 6.9 – Primer veze tipa generalizacija  
Slika 6.10 – Dijagrami klasa  
Slika 7.1 – Fizički model skladišta podataka  
Slika 7.2 – Fizički model podataka  
Slika 7.3 – Fizička realizacija u SQL Server 2005  
Slika 7.4 – Povezivanje tabele iz transakcione baze sa tabelom činjenica iz skladišta podataka  
Slika 7.5 – Učitavanje podataka u tabele činjenica skladišta podataka  
Slika 7.6 – Izbor načina analiziranja podataka  
Slika 7.7 – Prikaz realizovane OLAP baze podataka

- Slika 7.8 – Pristup OLAP kockama
- Slika 7.9 – OLAP kocka za analizu prijema studenata
- Slika 7.10 – Broj testova za koji su se studenti opredelili da rade na prijemnom ispitu, po institucijama
- Slika 7.11 – Analiza upisa po fakultetima za dve uzastopne godine
- Slika 7.12 – Grafički prikaz rezultata – izvor saznanja prilikom upisa na nivou Univerziteta
- Slika 7.13 – Demografska analiza strukture prijavljenih studenata
- Slika 7.14 – Prikaz OLAP kocke za analizu ispita
- Slika 7.15 – Prikaz rezultata analize januarskog ispitnog roka 2006-2007.
- Slika 7.16 – Prosečna ocena predmeta po institucijama i po ispitnom roku
- Slika 7.17 – Procentualno iskazana izlaznost i uspešnost po predmetu za januarski ispitni rok školske 2006-2007.
- Slika 7.18 – Procentualno iskazana izlaznost i uspešnost po predmetu za aprilski rok školske 2006-2007.
- Slika 7.19 – Prikaz OLAP kocke za analizu uspeha studiranja
- Slika 7.20 – Poređenje uspeha na prijemnom sa uspehom studiranja po instituciji
- Slika 7.21 – Rang-lista najuspešnijih studenata na Univerzitetu
- Slika 7.22 – OLAP kocka za vrednovanje obrazovanja
- Slika 7.23 – Prikaz prosečne ocene po predmetima
- Slika 7.24 – Grafički prikaz ocene predmeta po pitanjima
- Slika 7.25 – Poređenje prosečne ocena nastavnika na evaluaciji nastave sa prosečnom ocenom studenata na ispitu za posmatrani predmet



## Literatura

1. Adamson, Christopher and Michael Venerable, *Data Warehouse Design Solutions*, John Wiley and Sons, New York, 1998.
2. Adelman, S. & Moss, L., *Data Warehouse Project Management*, Addison-Wesley, Boston, 2000.
3. Adriaans, P., and D. Zaantinge, *Data Mining*, Addison-Wesley, 1996.
4. Balard C., Herman D., Bell R., *Data Modeling Techniques for data warehousing*, IBM – International Technical Support Organization, San Jose, 1998.
5. Balaban, N., Ristić, Ž., *Poslovna inteligencija*, Ekonomski fakultet Subotica, 2006.
6. Ballard, C., Beaton, A., Chiou, D., Chodagam, J., Lowry, M., Perkins, A., Phillips, R., Rollins, J., *Leveraging DB2 Data Warehouse Edition for Business Intelligence*, IBM Redbooks, November 2006.
7. Barquin, R., and H. Edelstein (eds.), *Building, Using, and Managing the Warehouse*, Prentice Hall, 1997.
8. Bečejski, D., Veljović, A., „Data Warehouse System for Design and Review of Analytical Reports of the Government Bureau of Development“, Fakultet organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu, Tehnički fakultet Čačak, Univerzitet u Kragujevcu, 6th Balkan Conference on Operational Research, Solun, 2002.
9. Bečejski-Vujaklija, D., *Metodologija izgradnje sistema za podršku odlučivanju tipa upravljačke igre*, Doktorska disertacija, FON, Beograd, 1992.
10. Bečejski-Vujaklija, D., „Metodološke osnove ekspertskeg ocenjivanja u funkciji podrške odlučivanju“, SIMORG 91, zbornik radova, Kopaonik, 1991, str. 158-165.
11. Bennett, S., McRobb, S., Farmer, R., *Object-oriented systems analysis and design using UML*, McGraww-Hill, 1999.
12. Bischoff, J. and T. Alexander (eds.), *Data Warehouse: Practical Advice from the Experts*, Prentice Hall, 1997.
13. Blok, C., „UML 2 Composition Model“, *Journal of Object Technology*, 3, 2004, 47-73.
14. Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I., *The Unified Modeling Language User Guide*, Addison-Wesley, 1999.

15. Davenport, T. H., *Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology*, Harvard Business School Press, Boston, 1993.
16. Devlin, B. & Murphy, P., „An Architecture for a Business and Information System“, *IBM Systems Journal*, 27 (1), 1988, 60-80.
17. Devlin, B., *Data Warehousing: from Architecture to Implementation*, Addison-Wesley, 1996.
18. Dulanović N., Veljović A., „Otkrivanje obrazaca u korišćenju Web-a, Web Usage Mining“, YU INFO 2002, Kopaonik (www.cit.org.yu), 2002.
19. English, L. P., *Improving Data Warehouse and Business Information Quality: Methods for Reducing Costs and Increasing Profits*, Wiley, New York, 1999.
20. Finnegan, P. & Sammon, D., *Foundations of an Organisational Prerequisites Model for Data*, 1999.
21. Fowler, M., *UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language*, 3rd Edition, Pearson Education, Publishing as Addison Wesley Professional, 2004.
22. Frolick, M. N. & Lindsey, K., „Critical Factors for Data Warehouse Failure“, *Journal of Data Warehousing*, 2003.
23. Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., Vlissides, J., *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*, Addison-Wesley, 1995.
24. Gardner, S. R. „Building the Data Warehouse“, *Communications of the ACM*, 41 (9), 1998, 52-60.
25. Gucer, V., Altaf, N., Co, I., Edwards, J. A., Layton, C., Vasconcelos, D., Wiggett, P., Zonin, A., „Tivoli Management Services Warehouse and Reporting“, IBM Redbooks, January 2007.
26. Hammer, M. & Champy, J., „Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution“, New York: Harper Business. Decision Support in an Uncertain and Complex World: The IFIP TC8/WG8.3 International Conference 2004.
27. Han, J., Kamber, M. „Data Mining: Concepts and Techniques“, Morgan Kaufmann, Hawaii, 2000.
28. Inmon, W. H., *Building the Data Warehouse*, 2nd Edition, John Wiley and Sons, New York, 1996.
29. Inmon, W. H., *Building the Operational Data Store*, John Wiley and Sons, New York, 1996.
30. Inmon, William H. *Building the data warehouse*, Wiley, 1992.



31. Jovanović, M., Veljović, A., *Nove tehnologije u procesnoj industriji: Projektovanje upravljačkih sistema*, Savez hemičara i tehničara Jugoslavije, Beograd, 1998.
32. Kachur, R., *Data Warehouse Management Handbook*, Paramus: Prentice Hall, 2000.
33. Keen, P., „Decision Support Systems: The Next Decade“, *DSS Journal* Vol. 3, 1997, pp. 253-265.
34. Kelly S., *Data warehousing – The Route to Mass Customisation*, J. Wiley&Sons, Chicheser, England, 1996.
35. Kimbal, R., *The Data Warehouse Toolkit*, J. Wiley&Sons, New York, USA, 2000.
36. Kimball, R., *A Dimensional Modeling Manifesto*, DBMS, 1977.
37. Kimball, R., *The Data Warehouse Toolkit*, John Wiley and Sons, New York, 1996.
38. Kimball, R., *Slowly Changing Dimensions*, DBMS, 1996.
39. Kimball, R., *The Data Warehouse Toolkit: Practical Techniques for Building Data Warehouses*, John Wiley & Sons, 1996.
40. Kimball, Ralph, L. Reeves, M. Ross and W Thornthwaite, *The Data Warehouse Lifecycle Toolkit*, John Wiley and Sons, New York, 1998.
41. Kombok, R., *The Data Warehouse*, Wiley, 1996.
42. Larman, C., *Applying UML and Patterns*, Prentice Hall, New Jersey, 1998.
43. Lazarević, B., *Baze podataka*, FON, Beograd, 2005.
44. Little, R. & Gibson, M., *Identification of Factors Affecting the Implementation of Data Warehousing*, 1999.
45. Mattson, R., *Data Warehousing: Strategies, Technologies and Techniques*, McGraw-Hill, 1996.
46. Mayer, R., *A Framework and a Suite of Methods for Business Process Reengineering*, Texas A&M University, Knowledge Based Systems, Inc., 1997 (www.idef.com).
47. Meyer, B., *Object-Oriented Software Construction*, Upper Saddle River, Prentice-Hall, N.J., 1997.
48. Meyer, M. & Winter, R., *Organization of Data Warehousing in Large Service Companies: A Matrix*, 2001.
49. Meyer, M., *Organisatorische Gestaltung des unternehmensweiten Data Warehousing: Konzeption der Rollen, Verantwortlichkeiten und Prozesse am Beispiel einer Schweizer Universalbank*, Doctoral Thesis, University of St. Gallen, Bamberg: Difo-Druck, 2000.

50. Milićev, D., Zarić, M., Piroćanac, N., *Objektno orijentisano modelovanje na jeziku UML*, Skripta sa praktikumom, Mikro knjiga, Beograd, 2001.
51. Muller, Pierre-Alain, *INSTANT UML*, Wrox press LTD., 1997.
52. Nešić, Z., Veljović, A., Radojičić, M., *Neka razmatranja objektnog modeliranja u višekriterijumskoj analizi*, YUinfo 2004, Kopaonik, 2004.
53. O'Donnell, P., Arnott, D., & Gibson, M., *Data warehousing development methodologies: a comparative analysis*, Working Paper, Melbourne, Australia: Decision Support Systems Laboratory, Monash University, 2002.
54. Object Management Group, UML 2.0 Superstructure Specification, <http://www.omg.org/cgi-bin/doc?ptc/04-10-02>, 2004.
55. Oesterle, H., *Business in the Information Age: Heading for new Processes*, Berlin: Springer, 1995.
56. Panian, Ž., Klepac, G., *Poslovna inteligencija*, Masmedia, 2004.
57. Parker, C., Thomas, C., *Management Information Systems*, Second Edition, Mitchell Mc Graw-Hill, 2003.
58. Poe, V., *Building a Data Warehouse for Decision Support*, Prentice Hall, 1996.
59. Poole, J., Chang, D., Tolbert, D., & Mellor, D., *Common Warehouse Metamodel: An Introduction to the Standard for Data Warehouse Integration*, New York: John Wiley & Sons, 2002.
60. Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Eddy F., Lorensen, W., *Object-Oriented Modeling and Design*, Prentice-Hall, New Jersey, 1991.
61. Scheer, A.W. & Nuetgens, M., *ARIS Architecture and Reference Models for Business Proces*, 2000.
62. Selic, B., Gullekson, G., Ward, P., *Real-Time object-oriented modeling*, John Wiley & Sons, New York, 1994.
63. Simon, A., *90 Days to the Data Mart*, New York: John Wiley & Sons, 2001.
64. Standardi IDEF0 i IDEF1X ([www.idef.com](http://www.idef.com)).
65. Stanojević, I., Surla D., *Uvod u objedinjeni jezik modeliranja*, Grupa za informacione tehnologije, Novi Sad, 1999.
66. Stanojević, Lj., Veljović A., Gerasimović, M., Using GIS to Plan and Organize Student Mobility, Scientific Conference INTERREG 2008, Bologna Process and Mobility, May the 9th 2008, The Faculty of Economics Subotica, The Faculty of Informatics Debrecen.

67. Stanojević, Lj., Veljović, A., „Informacioni sistem fakulteta u funkciji definisanja upisne politike“, *Tehnika*, Časopis saveza inženjera i tehničara Srbije, Godina LXIII, broj 5, 2008.
68. Thomsen, E. and G. Spofford., *OLAP Solutions: Building Multidimensional Information Systems*, John Wiley & Sons, 1997.
69. Turban, E. & Aronson, J. E., *Decision Support Systems and Intelligent Systems, Sixth Edition*, Upper Saddle River: Prentice Hall, 2003.
70. UML 1.3 standardi (www.rational.com i www.omg.com).
71. Vassiliadis, P., Quix, C., Vassiliou, Y., & Jarke, M., „Data Warehouse Process Management“, *Information Systems*, (26), 2001, 205-236.
72. Veljović, A., *Objektno modeliranje informacionih sistema*, Megatrend univerzitet primenjenih nauka, Beograd, 2003.
73. Veljović, A., Njeguš, A., *Osnove relacionih i analitičkih baza podataka*, Megatrend univerzitet primenjenih nauka, Beograd, 2004.
74. Veljović, A., Lepojević, B., Jovanović, S., *Objektno-orijentisane baze podataka: Tehnologija koja dolazi*, Katedra za industrijski menadžment, YUinfo 2003, Kopaonik, 2003.
75. Veljović, A., Radojičić, M., „O nekim elementima strateškog pristupa upravljanja kvalitetom“, Katedra za industrijski menadžment, Tehnički fakultet Čačak, *Strategijski menadžment*, SM, 1-2/2004, Subotica, 2004, str. 51-56.
76. Veljović, A., Radojičić, M., „Primena tehnika funkcionalnog i informacionog modeliranja i organizaciono okruženje“, Katedra za industrijski menadžment, Tehnički fakultet Čačak, *Strategijski menadžment*, SM, 3/2003, Subotica, 2003.
77. Veljović, A., Eremija, Z., „Postupak modeliranja i reinženjering poslovnih procesa“, XXV Jugoslovenski simpozijum o operacionom istraživanjima, SYM-OP-IS '98, Herceg Novi, str. 345-348, 1998.
78. Veljović, A., Eremija, Z., Radojičić, M., „Prikaz korišćenja UML dijagrama slučajeva upotrebe na primeru poslova opštinske uprave opštine Topola“, Tehnički fakultet Čačak, *Strategijski menadžment*, SM, 2005, Subotica, 2005.
79. Veljović, A., Eremija, Z., Stanojević, Lj., *Dokumenta sistema menadžmenta kvalitetom Megatrend univerziteta*, 2007.
80. Veljović, A., Eremija, Z., Stanojević, Lj., *Informacioni podsistem za vrednovanje obrazovanja na Megatrend univerzitetu*, Beograd, Projekat realizovan 2005.

81. Veljović, A., Eremija, Z., Stanojević, Lj., *Integralni informacioni sistem Megatrend univerziteta*, projekat Megatrend univerziteta, 2005.
82. Veljović, A., Gojgić, N., „Prikaz informacionog modela za realizaciju obrazovno vaspitnog rada“, Symopis 2003, Herceg Novi, 2003, str. 235–238.
83. Veljović, A., „Informatički pristup upravljanju kao faktor jačanja konkurencije“, Treći međunarodni naučni skup na temu „Jačanje konkurentnosti preduzeća i privrede“, Megatrend univerzitet, Beograd, 2005, str. 281–293.
84. Veljović, A., *Menadžment razvojem*, Tehnički fakultet Čačak, 2003.
85. Veljović, A., *Modeliranje informacionih sistema*, Megatrend univerzitet primenjenih nauka, Beograd, 2005.
86. Veljović, A., Pišćević, M., Dimitrijević, N., „Višedimenziona analiza podataka kod informacionih sistema“, Katedra za industrijski menadžment, YUinfo 2003, Kopaonik.
87. Veljović, A., *Praktikum iz analize informacionih sistema*, Megatrend univerzitet primenjenih nauka, Beograd, 2005.
88. Veljović, A., *Praktikum iz projektovanja informacionih sistema*, Megatrend univerzitet primenjenih nauka, Beograd, 2005.
89. Veljović, A., „Put ka integralnom informacionom sistemu na primeru Megatrend univerziteta“, Tehnički fakultet Čačak, *Megatrend revija*, Međunarodni časopis za primenjenu ekonomiju, Vol. 2, Beograd, 2005.
90. Veljović, A., Radojičić, M., „Informatički pogled na upravljanje razvojem u preduzeću“, SymOrg 2004, Zlatibor, 2004.
91. Veljović, A., Radojičić, M., *Menadžment informacioni sistemi*, Tehnički fakultet Čačak, 2005.
92. Veljović, A., Radojičić, M., Tomić, I., „Prikaz korišćenja UML na primeru poslova cirkulacije u biblioteci“, Symopis 2004, Fruška Gora.
93. Veljović, A., „Razvoj menadžment informacionih sistema zasnovanih na interaktivnom analitičkom procesiranju“, INFOFEST Budva, 2002.
94. Veljović, A., Stanojević, Lj., „Identifikacija rizika u postupku projektovanja jedinstvenog informacionog sistema Fakulteta“, *Strategijski menadžment*, Međunarodni časopis za strategijski menadžment i sisteme podrške strategijskom menadžmentu, godina XII, br. 3-4/2007, str.17-21
95. Veljović, A., Stanojević, Lj., „Razvoj informacionog sistema fakulteta“, *Tehnika*, Časopis Saveza inženjera i tehničara Srbije, Godina LXII, br. 2, 2007, str. 14-18.

96. Veljović, A., Tot, I., Joksimović, S., „Student success analyse system“, 8th Balkan Conference on Operational Research, Bucharest, 2005.
97. Veljović, A., Živković, D., „Prikaz korišćenja BPwin u definisanju aktivnosti u projektovanju po zahtevima sistema kvaliteta“, *Kvalitet – Poslovna politika*, br. 5-6, 1998.
98. Weisfeld, M., *The Object-Oriented Thought Process*, Sams Publishing, Indiana, 2000.
99. Winter, R. & Strauch, B., „A Method for Demand-Driven Information Requirements Analysis in Data Warehousing Projects“, *Journal of Data Warehousing*, 2003.