



TEHNOLOGIJA, INFORMATIKA I OBRAZOVANJE
ZA DRUŠTVO UČENJA I ZNANJA

6. Međunarodni Simpozijum, Tehnički fakultet Čačak, 3–5. jun 2011.

TECHNOLOGY, INFORMATICS AND EDUCATION
FOR LEARNING AND KNOWLEDGE SOCIETY

6th International Symposium, Technical Faculty Čačak, 3–5th June 2011.

UDK: 004.6

Stručni rad

KORIŠĆENJE BAZA PODATAKA U PODRŠCI ODLUČIVANJU NA FAKULTETIMA

Vlado Simeunović¹, Ljubiša Preradović², Sanja Milić³

Rezime: Bez obzira na uvođenje informacionih sistema na Univerzitetima, još uvijek se prikupljeni podaci nedovoljno kvalitetno koriste za donošenje ključnih odluka. Uglavnom se podaci koriste kao deskriptivni pokazatelji koji ne moraju da budu odraz stvarnog stanja jer predstavljaju uglavnom manifestacione pojave. Mi smo u našem radu predložili da se baze podataka koncipiraju sa što kvalitetnijim atributima, kako bi se iz njih mogle izvući korisne informacije sistemom adekvatnih upita. Ovdje mislimo na primjenu metoda za podršku odlučivanju, kao što su metode neuronske mreže, data mining (stabla odlučivanja i sl.). Na jednom primjeru, a na osnovu istraživanja sprovedenom na Pedagoškom fakultetu u Bijeljini prikazali smo jedan koristan model.

Ključne riječi: podrška odlučivanju, uspjeh u studiranju, neuronske mreže, logistička regresija, data mining

USING DATABASES IN DECISION SUPPORT ON UNIVERSITIES

Summary: Despite the introduction of information systems at Universities, collected data are still insufficient used for making key decisions. This information is used mainly as a descriptive indicators that do not necessarily reflect the real situation because they represent mainly manifestation occurrence. We suggested in our work that the database conceive with the quality attributes in order to be able to draw from them useful information by system adequate inquiry. Here we mean the application of decision support methods, such as neural networks, data mining techniques (decision trees, etc.). In one example, based on research conducted at teachers' college in Bijeljina, we presented a useful model.

Keywords: decision support, success in studies, neural networks, logistic regression, data mining

¹ Prof. dr Vlado Simeunović, Pedagoški fakultet, Semberskih ratara bb, Bijeljina,
e-mail: vlado.simeunovic@gmail.com

² Doc. dr Ljubiša Preradović, Arhitektonsko-građevinski fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, Banja
Luka

³ Sanja Milić, Pedagoški fakultet, Semberskih ratara bb, Bijeljina

1. UVOD

Iako su univerziteti u Republici Srpskoj integrisani (sastoji se od više organizacionih jedinica), poslovni procesi su neintegrisani i neautomatizovani – parcijalni su, a bazirani su na različitim alatima i tehnologijama.

Svaki fakultet/akademija (kao organizaciona jedinica), prije integracije, su „gaseći požar“ razvi(ja)li pojedinačna aplikativna rješenja, prvenstveno u cilju automatizacije poslova Studentske službe. Kao rezultat razvijene su aplikacije na različitim platformama uz korišćenje različitih sistema za upravljanje bazama podataka.

Kao primjer može se opisati (prikazati) dio aplikativnog rješenja na Arhitektonsko-građevinskom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci i Univerzitetu u Istočnom Sarajevu koji su prvenstveno bazirani na tri segmenta: STUDENT, NASTAVNIK i PREDMET.

Navedeni segmenti podržavaju poslovne procese neophodne za nesmetano funkcionisanje Studentske službe. Problem se pojavljuje pri dostavljanju pojedinih izvještaja koje zahtijeva Univerzitet ili Ministarstvo prosvjete i kulture, pa su neophodne intervencije i korekcije postojeće aplikacije. Dodatni problem je to što se zahtjevi za izvještajima često mijenjaju (nisu standardizovani), pa se često vrše promjene na postojećoj aplikaciji.

U postojećoj aplikaciji najznačajniji segment je STUDENT, koji je najviše „razrađen“ i zadovoljava trenutne potrebe. Omogućeno je praćenje upisa i ovjere semestra, prijava ispita, popunjavanje statističkog lista, izdavanje uvjerenja, izrada diplomskog rada, praćenje finansija; pretrage po različitim kriterijima za pojedinog i/ili pojedine studente itd. Omogućen je i pregled studenata prema statusu studiranja, godini (i semestru) studiranja, odsjeku, usmjerenju itd. Pored toga, omogućeni su i zbirni izvještaji – po školskim godinama, polu, odsjeku, statusu studiranja, položenim ispitima itd.

Segment PREDMET omogućuje praćenje pojedinog predmeta u okviru nastavnih planova, semestara u kojem se izvode, zaduženja pojedinih nastavnika za pojedini predmet itd.

Međutim, segment NASTAVNIK ne zadovoljava realne potrebe. Moguće je pratiti opšte podatke o pojedinom nastavniku (nastavni predmeti koje izvodi, fond časova i sl.), ali samo na jednom fakultetu. Pored toga, na našim fakultetima se kontinuirano razvija i jača kvalitet u domenu nastavnog procesa. Vrše se anketiranja u cilju poboljšanja nastavnog procesa, ali nemao „povratnu spregu“ koja bi omogućavala upravljanje kvalitetom.

Na univerzitetima u Republici Srpskoj se sprovode aktivnosti koje su usmjerene na uspostavljanje funkcija integracije. Značajni su pomaci i u naučno-istraživačkom radu. Treba napomenuti da je Ministarstvo nauke i tehnologije Republike Srpske kreiralo bazu podataka o naučno-istraživačkim organizacijama i pojedincima.

Kada posmatramo zahtjeve iz ugla Univerziteta – rješenje se još više usložnjava, što iziskuje efikasno i kvalitetno odvijanje sveukupnih procesa. Samim tim, neophodno je postojanje informacionog sistema na nivou univerziteta koji će odgovoriti i podržati najznačajnije poslovne procese u svim domenima (nastava, naučno-istraživački rad, međunarodna saradnja, finansije, podrška odlučivanju itd.) koji bi se trebao bazirati na web rješenjima.

U ovom radu će se prikazati i značaj evaluacije nastavnog procesa u cilju internog obezbjeđenja kvaliteta u visokoškolskim ustanovama. Osim toga, predloženi sistem sakupljanja podataka omogućava primjenu savremenih postupaka dubinske analize sa

visokim nivoom tačnosti. Naravno da rezultati mogu poslužiti za donošenje kvalitetnih poslovnih odluka zasnovanih na mogućnosti predviđanja.

Anketiranjem studenata željeli smo, između ostalog, da saznamo, iz ugla studenata, provjeru znanja studenata, kvalitet nastavnog osoblja, resurse za učenje i podršku studentima itd.

Nadamo se da će rezultati ove ankete pomoći pri uspostavljanju efikasnog Sistema upravljanja kvalitetom.

2. PROBLEM RAZVOJA INFORMACIONIH SISTEMA ZA PODRŠKU ODLUČIVANJU NA UNIVERZITETU

Za reformu visokog obrazovanja u BiH i kvalitetnu implementaciju Bolonjske deklaracije neophodan je i odgovarajući informacioni sistem - jedinstven na nivou Univerziteta. Razvojem informacionog sistema, poslovi na Univerzitetu bili bi uređeni na standardizovan, kvalitetan i efikasan način. Bila bi omogućena lakša primjena međunarodnih standarda, kao i standardizacija procesa na svim institucijama Univerziteta [19]. Ovim bi bilo smanjeno rasipanje resursa u nastavno obrazovnom procesu, što direktno vodi i do povećanja organizacionih performansi. Menadžmentu bi se olakšati objektivno vrednovanje poslovanja i odlučivanje. Jedinstveni informacioni sistem preduslov je za efikasnije obavljanje nastavno-obrazovnog procesa, razmjenu informacija te upravljanje funkcijama Univerziteta. Tu je i pitanje povećanih zahtjeva za brži i selektivniji pristup sve većoj količini podataka i potreba kreiranja informacija. Naravno, među najbitnijim prednostima integriranog informacionog sistema jeste usklađivanje sa standardima EU i efikasniji sistem studiranja - za studente.

Naravno da je prvi korak u ovom procesu izrada Strategije razvoja integralnog informacionog sistema u kojoj bi predviđena arhitektura bila sastavljena od nekoliko podsistema informacionog sistema (PIS):

- PIS nastavnog procesa;
- PIS naučnoistraživačkog rada;
- PIS umjetničkog rada;
- PIS kadrovskih resursa;
- PIS nastavnounaučnih/umjetničkih materijalnih resursa;
- PIS bibliotečkih poslova;
- PIS "poslovnog" dijela Univerziteta, VŠU, Biblioteke;
- PIS za upravljanje i rukovođenje Univerzitetom;
- PIS za upravljanje i rukovođenje VŠU;
- PIS za upravljanje i rukovođenje Bibliotekom.

Na Univerzitetu u Istočnom Sarajevu od 2002. funkcioniše informacioni sistem UNISA koji podržava poslovne procese u domenu rada studentske službe, dijela nastavnih planova i programa i djelimičnog upravljanja nastavničkim kadrom. Jedan od podsistema je i studentska anketa. Naravno da se ne može govoriti da je navedeni sistem razvijen i da pruža široku lepezu kvalitetnih podataka za donošenje odluka u domenu upravljanja vaspitno-obrazovnim procesom.

U našem radu smo izradili jedan anketni upitnik i na njemu testirali jedan od alata za dubinsku analizu podataka (data mining) u cilju stvaranja predstave o mogućnostima kreiranja informacionih sistema sa relativno velikim brojem korisnih informacija koje bi se sistemom upita mogle koristiti za donošenje odluka (npr. za upisnu politiku).

3. METODOLOŠKI OKVIR ISTRAŽIVANJA

3.1. Ciljevi i zadaci istraživanja

Cilj ovog rada je pronalaženje važnih činilaca koji utiču na uspjeh studenata, koji je predstavljen prosječnom ocjenom. Za ovu svrhu smo upotrijebili stablo odlučivanja, kao jednu od metoda rudarenja podataka pogodnu za klasifikaciju.

3.2. Hipoteze i varijable istraživanja

Metode rudarenja podataka (data mining) omogućuju efikasno korišćenje baza podataka na Univerzitetu uz uslov kvalitetne proširenje iste.

Anketni upitnik koga smo izradili za potrebe ovog istraživanja obuhvata kriterijumsku varijablu i četrnaest nezavisnih varijabli. Validnost upitnika odredili smo arbitrarno.

Varijable koje ulaze u model:

1. Kriterijumska varijabla: postignuti uspjeh: do 7,5 – manje uspješni, od 7,51 do 10.00 – uspješni.
2. Nezavisne varijable:
 - pol;
 - mjesto studiranja;
 - podaci o stipendiji;
 - vrijeme posvećeno učenju;
 - materijali, izvori i sredstva koji se koriste za učenje;
 - prisustvo predavanjima;
 - prisustvo vježbama;
 - prisustvo kolokvijumima;
 - stav o važnosti ocjene koju će student dobiti na ispitu;
 - kvalitet predavanja;
 - kvalitet vježbi;
 - kvalitet nastavnih planova i programa;
 - kvalitet nastavnika i
 - kvalitet procesa vrednovanja znanja.

3.3. Obuhvat istraživanja

- Populacija (svi studenti Pedagoškog fakulteta u Bijeljini).
- Uzorak 234 studenata druge, treće i četvrte godine studija.

3.4. Obrada podataka

- Stablo odlučivanja CART

U cilju izgradnje što uspješnijeg modela, na posmatranom uzorku testirana je jedna od neparametrijskih metoda rudarenja podataka: stablo odlučivanja, tačnije njihova podvrsta – klasifikaciona i regresiona stabla (eng. Classification And Regression Trees – CART). Ovom metodom dobija se grafički prikaz modela uticaja ulaznih varijabli na izlaznu, koja je izražena u obliku klasa ili kategorija. Svaki čvor u grafičkom stablu predstavlja jednu ulaznu varijablu, na čijim su rubovima označena „djeca-čvorovi“ za svaku moguću vrijednost neke ulazne varijable. Svaki list u stablu predstavlja vrijednost ciljne (izlazne) varijable, ako su date vrijednosti ulaznih varijabli predstavljene putem od korijena, stabla do tog lista. Stablo se dobija „učnjem“ na podacima, na način da se vrši grananje (eng. splitting) izvornog skupa podataka u podskupove na osnovu testiranja vrijednosti varijabli. Proces se ponavlja na svakom izvedenom podskupu na rekurzivni način (eng. recursive partitioning). Rekurzija je završena kada podskup određenog čvora ima sve iste vrijednosti izlazne varijable, ili kada dalje grananje više ne pridonosi poboljšanju rezultata [21].

Za izgradnju stabla korišćen je CART algoritam, prema Breiman et al. [21], koji na osnovu raspoloživih podataka o ulaznim i izlaznim varijablama kreira binarno stablo grananjem slogova u svakom čvoru, a prema funkciji određenoj za svaku ulaznu varijablu. Evaluaciona funkcija korišćena za prelom je Gini indeks (IG), definisan prema formuli [1]:

$$I_G(t) = 1 - \sum_{i=1}^m p_i^2 \quad (\text{jednačina 1})$$

gdje je t trenutni čvor, p_i je vjerovatnoća klase i u čvoru t , a m je broj klasa u modelu (u našem slučaju $m=2$).

Algoritam CART uzima u obzir sva moguća grananja kako bi pronašao ono najbolje za tačnost modela. Najbolje grananje određuje se za svaki atribut u svakom čvoru, a pobjednik se bira pomoću Gini indeksa. Algoritam može uspješno da radi sa kontinuiranim i kategorijalnim varijablama.

Stablo raste sve dok se ne pronađe novo grananje koje poboljšava njegovu uspješnost u razdvajanju slogova u klase. Budući da svako sljedeće grananje ima na raspolaganju manje reprezentativnu populaciju, potrebno je smanjivati stablo (eng. pruning), kako bi se dobila tačnija klasifikacija. Cilj je identifikovati one grane koje omogućuju najmanje prediktivne sposobnosti po listu u grani, kako bismo ih izbacili iz stabla. U proceduri smanjivanja stabla skupovi grana smanjivani su u odnosu na kompletno početno stablo odlučivanja, što je procedura slična eliminisanju prediktora u diskriminativnoj analizi. Na kraju je izabrano stablo odgovarajuće veličine s obzirom na tačnost klasifikacije. Pri tome se uzima u obzir odnos složenosti stabla i veličine greške. Pobjedničko podstablo se odabira na osnovu ukupne greške (stope pogrešne klasifikacije) dobijene kada se model primijeni na testiranom uzorku.

Stablo u ovom radu kreirano je na osnovu četrnaest ulaznih kategorijalnih varijabli.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U radu smo prikazali korišćenje baza podataka primjenom stabla odlučivanja u predviđanju uspješnosti studenata u studiranju. Za istraživanje uspješnosti studenata u studiranju na Pedagoškom fakultetu u Bijeljini koristili samo CART stablo odlučivanja koje se u nekim od prethodnih istraživanja pokazalo kao pogodno u predviđanju uspjeha studenata.

```
*****
```

```
* 1. algoritam CART
```

```
*****
```

```
CART Decision Tree
```

```
važnost ocjene < 1.5
```

```
| kolokvijum < 1.5: 1(67.0/35.0)
```

```
| kolokvijum >= 1.5: 2 (27.0/9.0)
```

```
važnost ocjene >= 1.5: 2(76.0/20.0)
```

```
Number of Leaf Nodes: 3
```

```
Size of the Tree: 5
```

```
=== Stratified cross-validation ===
```

```
=== Summary ===
```

```
Correctly Classified Instances      166      70.9402 %
```

```
Incorrectly Classified Instances    68      29.0598 %
```

```
Kappa statistic                    0.4014
```

```
Mean absolute error                0.3873
```

```
Root mean squared error            0.4601
```

```
Relative absolute error            79.9955 %
```

```
Root relative squared error        93.5313 %
```

```
Total Number of Instances         234
```

```
=== Detailed Accuracy By Class ===
```

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
0.656	0.254	0.643	0.656	0.649	0.683	1
0.746	0.344	0.757	0.746	0.752	0.683	2

```
=== Confusion Matrix ===
```

```
 a  b <-- classified as
```

```
63 33 | a = 1
```

```
35 103 | b = 2
```

```
*****
```

Iz datog pregleda vidljivo je da je prosječna stopa klasifikacije koju daje stablo odlučivanja 70,1%, što je manje od prosječne stope klasifikacije dobijene pomoću logističke regresije (74,8%).

Stablo je posebno tačno pri prepoznavanju „lošijih“ studenata sa nižim prosjekom ocjena od 7,5, gdje stopa ispravne klasifikacije iznosi 74,6%. Dobijena je nešto niža stopa klasifikacije za klasu 1 - „boljih“ studenata (65,6%).

Rezultat klasifikacije studenata od strane stabla odlučivanja na poduzorku za testiranje može se ilustrovati i pomoću matrice konfuzije, koja u kolonama prikazuje stvarni broj studenata koji pripadaju kategoriji sa nižim (2) ili višim (1) prosjekom, dok je u redovima prikazan broj studenata koje je model stabla odlučivanja svrstao u kategoriju 2 ili 1. Na dijagonali matrice konfuzije moguće je vidjeti broj studenata koje je model ispravno klasifikovao.

Iz table je vidljivo da ukupno 35 studenata sa nižim prosjekom (kategorija 2), stablo odlučivanja ne uspijeva svrstati u ispravnu kategoriju, dok je 103 uspješno klasifikovano. Sa kategorijom 1 situacija je drugačija, 63 studenta je pravilno klasifikovano, dok je njih 33 svrstano u pogrešnu kategoriju.

Cijeli model je pravilno svrstao 166 studenata od ukupno 234. Stablo je nešto preciznije od regresione analize i izdvaja samo dvije varijable koje utiču na ukupnu vjerovatnoću i to: prisustvo kolokvijumima i važnost ocjene.

5. ZAKLJUČAK

Ukoliko bi baza informacionog sistema Univerziteta bila obogaćena podacima koji se mogu prikupiti različitim instrumentarijem, bilo bi moguće donositi različite poslovne odluke uz primjenom različitih upita ili alatima za analizu podataka. Mi smo u ovom radu prikazali jedan od takvih načina, gdje smo relativno jednostavnim upitnikom prikupili podatke, unijeli ih u bazu, a zatim modelirali način relativno uspješnog predviđanja uspjeha studenata. Osim navedenog cilja željeli smo da pokažemo da postojeći način anketiranja studenata ne pruža dovoljno podataka čijom bi analizom rukovodstvo univerziteta moglo donositi relevantne odluke. U izradi i primjeni ankete oslanjali smo se na neka ranija istraživanja, koja su u obzir uzimala uglavnom socijal-demografske podatke. U tim ranijim istraživanjima, kada su korišćeni samo socijal-demografski podaci o studentima, model je imao veći nivo tačnosti od onog koga smo mi dobili u našem istraživanju. Rezultati koje smo dobili oslikavaju stanje našeg obrazovnog sistema u oblasti visokoškolskog obrazovanja. Potpuno je jasno da je reforma sistema izazvala promjene ponašanja kod studenata. Ono što se može smatrati zabrinjavajućim je činjenica da velikom broju studenata nije stalo koju će ocjenu dobiti na ispitu, da im nije važno da li će prisustvovati predavanjima, jer očigledno nemaju visoko mišljenje o mogućnostima učenja u toku samog vaspitno-obrazovnog procesa.

Pokazuje se da uspješni studenti više pažnje posvećuju učenju, učestvuju na kolokvijumima, posjećuju vježbe (što govori o aplikativnosti studija) i da im je stalo koju će ocjenu dobiti. Ovdje leže moguće intervencije u procesu modelovanja rada na fakultetu. Naravno da ove faktore treba povezati sa mogućnošću dobijanja stipendije.

Potrebno je izvršiti analizu svih dobijenih rezultata, sistem predviđanja obogatiti novim varijablama i onda izvršiti korekcije u realizaciji vaspitno-obrazovnog procesa. Neke od preporuka za poboljšanje vaspitno obrazovnog procesa koje su proizašle iz ovog istraživanja bi se mogle svrstati u sljedeće grupe:

- intenzivirati nastavni proces;
- češće organizovati rad u manjim grupama;
- bolje povezivanje teorijskih sa praktičnim sadržajima;
- redovno praćenje napretka studenata kroz kolokvije i druge oblike provjere znanja;
- pružiti podršku studentima pri prilagođavanju na studije;
- obimom i sadržajem osavremeniti literaturu koja će biti prilagođena ciljevima i načinu provjere znanja;
- motivisati nastavnike s cilju podizanja nivoa posvećenosti nastavi i studentima;
- podići nivo i kvalitet znanja nastavnika o metodici nastavnog rada i vrednovanju uspjeha;
- unaprijediti komunikacione vještine i posvećenost nastavnika nastavnom radu;
- osavremeniti sistem evaluacije nastave i nastavnika kao jedan od načina praćenja kvaliteta i podrške promjenama itd.

Kako poboljšati model predviđanja uspješnosti studenata na studiju?

- uvođenjem novih varijabli, npr. ishoda učenja;
- povećanjem uzorka;
- u uzorak uključiti i druge učiteljske i pedagoške fakultete;
- kreiranjem inteligentnog sistema podrške sistemu obrazovanja na visokoškolskim ustanovama.

6. LITERATURA

- [1] Apte C, Weiss S.: Data Mining with Decision Trees and Decision Rules. Future Generation Computer Systems, Vol. 13, 1997., str.197-210.
- [2] Babić B., Blagojević O., Odžić I., "Struktura i funkcionalnosti informacionog sistema Dositej za podršku i kontrolu visokoškolskog nastavnog procesa," Trend 2006, zbornik radova, pp.218-221, Kopaonik.
- [3] Bašić D., Kaluđerčić P., Krtinić D., Novaković Z., Ružić J.: "Informacioni system Univerziteta u Srpskom Sarajevu", *Infoteh Jahorina*, vol. 3, ref. E-3, pp. 227-230, March 2003.
- [4] Glasser, W.: Control Theory.,Harper and Row. New York, 1984.
- [5] Gojkov, G.: Dokimologija, Beograd: Uciteljski fakultet, 1997.
- [6] Mijić D., Janković D.: "Aplikacija za anketiranje studenata kao dio softverske podrške osiguranju kvaliteta na visokoškolskim ustanovama", 17. Telekomunikacioni forum TELFOR 2009, pp. 1265-1268, Novembar 2009.
- [7] Naik, B., Ragothaman, S.: Using Neural Networks to Predict MBA Student Success, *College Student Journal*, Vol. 38, No. 1, 2004, str.143-150.
- [8] Kirekby, R.: WEKA Explorer User Guide for Version 3-3-4, University of Waikato 2002.
- [9] Zaidah, I., Daliela, R.: Predicting students' academic performance, comparing artificial neural network, decision tree and linear regression, 21st Annual SAS Malaysia Forum, 5th September 2007, Kuala Lumpur, str. 1 – 6.
- [10] Hardgrave, B.C., Wilson, R.L., Kent, K.A.: Predicting Graduate Student Success: A Comparison of Neural Networks and Traditional Techniques, *Computers & Operations Research*, 21, 1994., str. 249-263.
- [11] Han, J., Kamber, M.: Data Mining – Concepts and Techniques, Morgan Kaufman Press 2001.
- [12] Oladokun, V.O., Adebajo, A. T. : Charles-Owaba, O. E., Predicting Students' Academic Performance using Artificial Neural Network, A Case Study of an Engineering Course, *The Pacific Journal of Science and Technology*, Vol. 9. No. 1., 2008, str. 72-79.
- [13] Odžić I., Blagojević O., Protić J.: "Informacioni system Univerziteta," Trend 2009, zbornik radova, pp. 148-151, Kopaonik.
- [14] Rodić, N. (2000): Latentna struktura uspešnosti diplomiranih studenata Učiteljskog fakulteta u Somboru, *Sombor: Norma*, VI; 3: 25-44; Beograd: Nastava i vaspitanje, L, 1: 98-113.
- [15] Shulruf, B., Hattie, J., Tumen, S.: The Predictability of Enrolment and First-Year University Results from Secondary School Performance, *The New Zealand National Certificate of Educational Achievement, Studies in Higher Education*, Vol. 33, No. 6, 2008., str. 685-698.

- [16] Simeunović, V., Preradović, Lj.: Informatika, Metodologija, Statistika, Visoka škola unutrašnjih poslova, Banja Luka, 2005.
- [17] Sulaiman, A., Mohezar, S.: Student Success Factors, Identifying Key Predictors, Journal of Education for Business, Vol. 81, No.6, 2006., str. 328-333.
- [18] Suzić, N.: PEDAGOGIJA ZA XXI VIJEK, TT centar, Banja Luka, 2005.
- [19] Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area, European Association for Quality Assurance in Higher Education, 2009.
- [20] Šipka, P.: Zbirka radova sa područja kriterijuma, Beograd: Odeljenje za psihologiju Vojnomedicinske akademije, 1981.
- [21] Witten I.H., Frank E., Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementation, Morgan Kaufman Publishers: San Francisco, 2000.