

# Primjena stabala odlučivanja u predviđanju akademskog uspjeha studenata graditeljstva sa posebnim osvrtom na matematičke predmete

Ljubiša Preradović, Snježana Maksimović,  
Sandra Kosić-Jeremić

Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet  
Univerzitet u Banjoj Luci  
Bosna i Hercegovina

e-mail: [ljubisa.preradovic@aggf.unibl.org](mailto:ljubisa.preradovic@aggf.unibl.org),  
[snjezana.maksimovic@aggf.unibl.org](mailto:snjezana.maksimovic@aggf.unibl.org), [sandra.kosic-jeremic@aggf.unibl.org](mailto:sandra.kosic-jeremic@aggf.unibl.org)

Slavica Gajić

Elektrotehički fakultet  
Univerzitet u Banjoj Luci  
Bosna i Hercegovina

e-mail: [slavica.gajic@etf.unibl.org](mailto:slavica.gajic@etf.unibl.org)

*Sažetak* — U ovom radu su analizirani faktori koji su uticali na uspjeh studiranja studenata studijskih programa Građevinarstvo i Geodezija na Arhitektonsko-građevinsko-geodetskom fakultetu u Banjoj Luci, koji su upisani 2012, 2013. i 2014. godine, a diplomirali do kraja 2020. godine. Ispitivani su uspjeh u srednjoj školi, ostvaren broj bodova na kvalifikacionom ispitu, uspjeh iz matematičkih predmeta na prvoj godini studija diplomiranih studenata, studenata koji nisu diplomirali, ispisanih studenata, kao i studenata bez statusa. Između diplomiranih studenata i onih koji nisu diplomirali dobijena je statistički značajna razlika u odnosu na uspjeh u srednjoj školi, kao i u odnosu na broj osvojenih bodova na kvalifikacionom ispitu. Korišćenjem data mining metode i generisanjem odgovarajućih stabala odlučivanja pokazano je da je položen bar jedan od matematičkih predmeta na prvoj godini u tekućoj akademskoj godini važan faktor za završetak studija.

*Gljučne riječi*- Analiza uspjehnosti, stablo odlučivanja, uspjeh u srednjoj školi, kvalifikacioni ispit, matematika

## I. UVOD

Studije na Arhitektonsko-građevinsko-geodetskom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci su organizovane po modelu evropskog prenosa bodova (ECTS) i odvijaju se u tri ciklusa. Studijski programi na prvom i drugom ciklusu su Arhitektura, Građevinarstvo i Geodezija, dok se samo na studijskom programu Građevinarstvo odvija treći ciklus studija. Matematički predmeti na prvoj godini prvog ciklusa oba studijska programa su: Linearna algebra i analitička geometrija (LAAG), Diferencijalni i integralni račun 1 (DIR1) i Diferencijalni i integralni račun 2 (DIR2). Većina kandidata koji upišu Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci su iz građevinskih škola i Gimnazija, a najbolje rezultate na kvalifikacionom ispitu postižu učenici Gimnazije [1]. U radu [2] je analiziran značaj kvalifikacionog ispita za upis na Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, kao i veza između uspjeha na kvalifikacionom ispitu i uspjeha u

polaganju matematičkih predmeta, dok je u radu [3] analiziran uticaj polaganja matematičkih predmeta u predviđanju akademskog uspjeha studenata građevinarstva.

Osim analize rezultata koji kandidati ostvare na kvalifikacionom ispitu, značajno je odrediti algoritme (stabla) pomoću kojih možemo predvidjeti uspješnost kandidata pri polaganju istog, uspješnost kandidata tokom studija i završetku studija [4-6].

Stabla odlučivanja se najčešće koriste kod problema klasifikacije i imaju za cilj da predvide vrijednost izlazne varijable na osnovu vrijednosti ulaznih varijabli koje mogu biti kategoričkog ili kontinualnog tipa [4-5]. U radu su primijenjena klasifikaciona stabla u kojima je predikovana izlazna varijabla kategoričkog tipa.

Rad se sastoji iz dva dijela. U prvom dijelu je analiziran uspjeh u srednjoj školi, osvojen broj bodova kandidata koji su položili kvalifikacioni ispit na studijskim programima Građevinarstvo i Geodezija (graditeljske studije) u prvom upisnom roku tokom 2012, 2013. i 2014. godine, kao i akademski uspjeh zaključno sa 2020. godinom. U tom periodu neki od studenata su diplomirali, neki još nisu diplomirali, dok su se neki ispisali ili su bez statusa. U ovom dijelu dajemo odgovore na sljedeća istraživačka pitanja:

- Da li postoji statistički značajna razlika u uspjehu u srednjoj školi i broju osvojenih bodova na kvalifikacionom ispitu između upisanih i neupisanih kandidata?
- Da li postoji statistički značajna razlika u uspjehu u srednjoj školi i broju osvojenih bodova na kvalifikacionom ispitu između kandidata koji jesu i nisu diplomirali, ispisanih kandidata i kandidata bez statusa?
- U drugom dijelu rada koristeći prvi dio, kao i data mining metodu i stabla odlučivanja dajemo odgovor na sljedeća istraživačka pitanja:

- Da li položen bar jedan matematički predmet iz prve godine u tekućoj akademskoj godini utiče na uspjeh i završetak studija?
- Da li položen bar jedan matematički predmet iz prve godine u tekućoj, narednoj i nakon dvije akademske godine utiče na status studenta?

## II. METODE I ORGANIZACIJA ISTRAŽIVANJA

Uzorak našeg istraživanja čini 444 kandidata koji su polagali kvalifikacioni ispit na studijskim programima (SP) Građevinarstvo (175) i Geodezija (269) tokom prvog upisnog roka 2012, 2013. i 2014. Upisano je 225 kandidata (105 na SP Građevinarstvo i 120 na SP Geodezija). Kvalifikacioni ispit se vrednuje sa ukupno 50 bodova, a za upis na fakultet je potrebno ostvariti minimalno 15 bodova. Uspjeh iz srednje škole se takođe vrednuje sa maksimalnih 50 bodova. Do kraja 2020. godine 36 studenata se ispisalo, dok je 38 bez statusa. Diplomiralo je 109 studenata, a 42 studenta su još aktivna, ali nisu diplomirali.

Pri analizi i grafičkom predstavljenju podataka, primjeni adekvatnih statističkih testova (Kruskal Wallis i Mann-Whitney U test) i stabala klasifikacije korišćen je analitičko-statistički alat IBM SPSS Statistics, verzija 24 [7-8]. Varijable u posmatranom uzorku nemaju normalnu distribuciju, pa su zato korišteni navedeni neparametarski testovi. Korištena je data mining metoda i stabla klasifikacije koji predstavljaju najčešće korišćene statističke tehnike u oblasti generisanja pravila iz podataka [9-10].

## III. REZULTATI I DISKUSIJA

Upisani kandidati su grupisani prema statusu u četiri kategorije: oni koji su diplomirali, oni koji nisu diplomirali, studenti bez statusa i ispisani studenti. Uspjeh kandidata tokom srednjoškolskog obrazovanja visoko je statistički značajno viši ( $p = .000$ ) kod upisanih kandidata. Statistički značajno ( $p = .029$ ) se razlikuje uspjeh kandidata: koji jesu i koji nisu diplomirali, ispisanih i kandidata bez statusa. Testirajući uspjeh u srednjoj školi, dobijena je statistički značajna razlika između kandidata koji jesu i koji nisu diplomirali ( $p = .017$ ) i kandidata koji su diplomirali i koji su bez statusa ( $p = .019$ ) – tabela 1.

Osvojeni bodovi kandidata tokom kvalifikacionog ispita visoko su statistički značajno viši ( $p = .000$ ) kod upisanih kandidata. Visoko statistički značajno ( $p = .000$ ) se razlikuju osvojeni bodovi tokom kvalifikacionog ispita kod kandidata: koji jesu i koji nisu diplomirali, ispisanih i kandidata bez statusa. Dobijena je, takođe, visoko statistički značajna razlika testirajući osvojene bodove tokom kvalifikacionog ispita između kandidata koji jesu i koji nisu diplomirali ( $p = .000$ ), kandidata koji su diplomirali i kandidata koji su se ispisali ( $p = .001$ ) i kandidata koji su diplomirali i koji su bez statusa ( $p = .000$ ). Visoko statistički značajno ( $p = .000$ ) se razlikuju osvojeni bodovi tokom kvalifikacionog ispita kod kandidata koji jesu i koji nisu aktivni – tabela 2.

Većina studenata koji su diplomirali (104 ili 95.4%) predmet LAAG položili su tokom tekuće akademske godine,

dok je pet studenata položilo u narednoj akademskoj godini i ostvarili su prosječnu ocjenu 7.33. Većina aktivnih (33 ili 78.57%) studenata koji nisu diplomirali predmet LAAG položili su tokom tekuće akademske godine, osam studenata (19.05%) je položilo tokom naredne godine, dok je jedan student položio nakon dvije akademske godine uz prosječnu ocjenu 6.64. Samo devet studenata koji su ispisani (25%) sa prosječnom ocjenom 6.78 i šesnaest studenata (42.1%) “bez statusa” sa prosječnom ocjenom 6.81 su položili predmet LAAG.

Većina diplomiranih studenata (101 ili 92.66%) položili su predmet DIR1 tokom tekuće akademske godine, dok je šest studenata (5.5%) položilo u narednoj akademskoj godini, a dvoje (1.84%) nakon dvije godine i ostvarili su prosječnu ocjenu 7.50. Većina aktivnih studenata (23 ili 54.76%) koji nisu diplomirali predmet DIR1 položili su tokom tekuće akademske godine, a četrnaest studenata (33.33%) je položilo tokom naredne godine, dok je pet studenata (11.91%) položilo nakon dvije akademske godine uz prosječnu ocjenu 6.69. Samo sedam studenata (19.44%) sa prosječnom ocjenom 7.29 koji su ispisani i petnaest studenata (39.47%) “bez statusa” sa prosječnom ocjenom 7.13 su položili predmet DIR1. Predmet DIR2 većina studenata (57 ili 52.29%) koji su diplomirali položili su tokom tekuće akademske godine, dok je 38 studenata (34.86%) položilo u narednoj akademskoj godini, a četrnaest (12.84%) nakon dvije godine i ostvarili su prosječnu ocjenu 7.59. Većina aktivnih (22 ili 52.38%) studenata koji nisu diplomirali, predmet DIR2, položili su nakon dvije akademske godine, trinaest studenata (30.95%) je položilo tokom naredne godine, pet studenata (11.9%) je položilo tokom tekuće akademske godine, uz prosječnu ocjenu 6.35, a dvoje studenata (4.76%) nije položilo ispit. Samo tri studenata (8.3%) sa prosječnom ocjenom 6.33 koji su ispisani i deset studenata (26.32%) “bez statusa” sa prosječnom ocjenom 6.90 su položili predmet DIR2.

Na osnovu navedenih podataka, u nastavku dajemo primjere tri stable odlučivanja. U svakom od čvorova predikovana varijabla je osjenčena. „Praćenjem” varijabli Diferencijalni integralni račun 2 i Kvalifikacioni ispit-bodovi studenata koji su DIR2 položili u tekućoj godini generisano je stablo za studente koji su diplomirali (Sl. 1).

Rizik pogrešne klasifikacije je približno 21.2%, a model pravilno klasifikuje približno 78.85% diplomiranja studenata (Sl.1).

„Praćenjem” varijabli Diferencijalni i integralni račun 1 i 2, kao i Kvalifikacioni ispit-bodovi za aktivne i neaktivne studente generisano je stablo prikazano na Sl. 2, a na Sl. 3 prikazano je generisano stablo za sve četiri kategorije studenata.

Rizik pogrešne klasifikacije je približno 6.7%, a model pravilno klasifikuje približno 93.3% statusa studenata (dvije kategorije Sl. 2). Rizik pogrešne klasifikacije je približno 32.4%, a model pravilno klasifikuje približno 67.4% statusa studenata (četiri kategorije – Sl. 3).

TABELA I. PRIJAVLJENI KANDIDATI I USPJEH U SREDNJOJ ŠKOLI

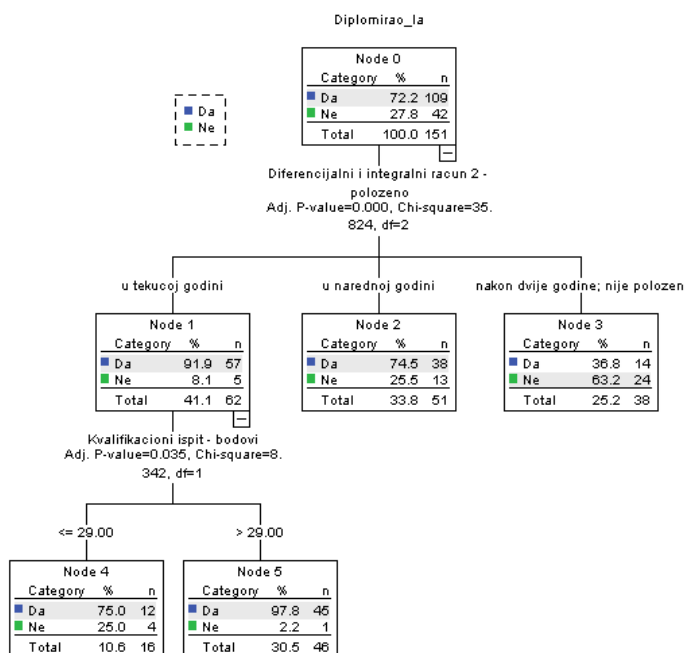
	N	Mean	Median	p
Upisani	225	42.056	43.41	<b>.000</b> <sup>‡</sup>
Neupisani	219	37.053	37.23	
Diplomiralo – Da (a)	109	42.912	43.86	Total: <b>.029</b> <sup>∇</sup> (a) & (b): <b>.017</b> <sup>‡</sup> ; (a) & (c): <b>.019</b> <sup>‡</sup> (a) & (d): <b>.487</b> <sup>‡</sup> ; (b) & (c): <b>.984</b> <sup>‡</sup> (b) & (d): <b>.164</b> <sup>‡</sup> ; (c) & (d): <b>.171</b> <sup>‡</sup>
Diplomiralo – Ne (b)	42	40.596	41.335	
Ispisan (c)	36	40.806	41.30	
Bez statusa (d)	38	42.398	44.425	
Aktivan /(a) + (b)/	151	42.268	43.70	<b>.438</b> <sup>‡</sup>
Ispisan - bez statusa /(c) + (d)/	74	41.623	42.44	

<sup>‡</sup> Independent t Test  
<sup>∇</sup> Kruskal Wallis Test  
<sup>†</sup> Mann-Whitney U Test

TABELA II. OSVOJENI BODOVI KANDIDATA TOKOM KVALIFIKACIONOG ISPITA

	N	Mean	Median	p
Upisani	225	30.00	30.00	<b>.000</b> <sup>‡</sup>
Neupisani	219	6.71	6.00	
Diplomiralo – Da (a)	109	34.275	34.00	Total: <b>.000</b> <sup>∇</sup> (a) & (b): <b>.000</b> <sup>‡</sup> ; (a) & (c): <b>.001</b> <sup>†</sup> (a) & (d): <b>.000</b> <sup>‡</sup> ; (b) & (c): <b>.984</b> <sup>‡</sup> (b) & (d): <b>.063</b> <sup>‡</sup> ; (c) & (d): <b>.145</b> <sup>†</sup>
Diplomiralo – Ne (b)	42	26.643	26.50	
Ispisan (c)	36	27.667	25.00	
Bez statusa (d)	38	23.658	21.00	
Aktivan /(a) + (b)/	151	32.152	33.00	<b>.000</b> <sup>‡</sup>
Ispisan - bez statusa /(c) + (d)/	74	25.608	22.75	

<sup>‡</sup> Independent t Test  
<sup>∇</sup> Kruskal Wallis Test  
<sup>†</sup> Mann-Whitney U Test



```

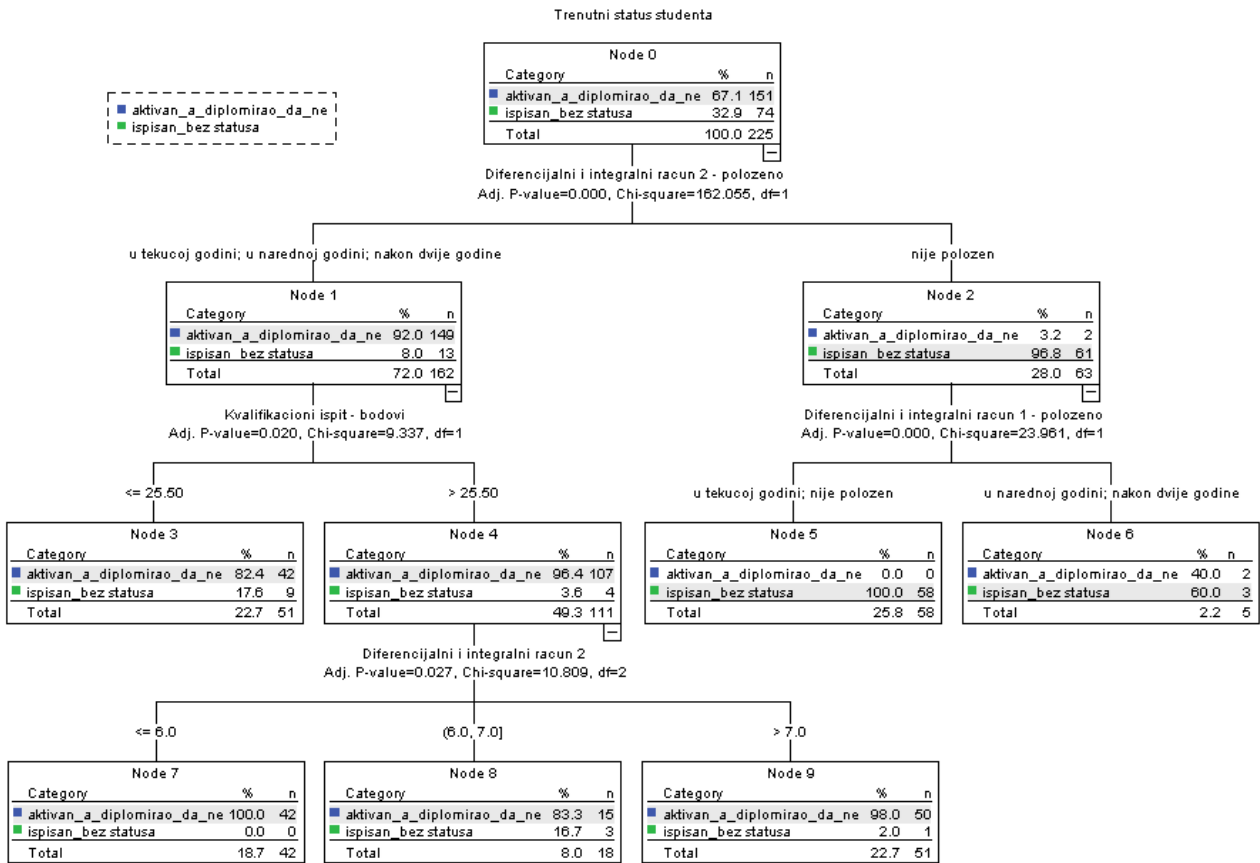
Prediction = 1
Probability = 0.721854
/* Node 1 */.
IF (DIR2-polozeno != 2 AND DIR2-polozeno != 3 AND DIR2-
polozeno != 4)
THEN
Node = 1
Prediction = 1
Probability = 0.919355
/* Node 4 */.
IF (DIR2-polozeno != 2 AND DIR2-polozeno != 3 AND DIR2-
polozeno != 4) AND (Kvalifikacioni ispit-bodovi NOT MISSING AND
(Kvalifikacioni ispit-bodovi <= 29))
THEN
Node = 4
Prediction = 1
Probability = 0.750000
/* Node 5 */.
IF (DIR2-polozeno != 2 AND DIR2-polozeno != 3 AND DIR2-
polozeno != 4) AND (Kvalifikacioni ispit-bodovi IS MISSING OR
(Kvalifikacioni ispit-bodovi > 29))
THEN
Node = 5
Prediction = 1
Probability = 0.978261
/* Node 2 */.
IF (DIR2-polozeno = 2)
THEN
Node = 2
Prediction = 1
Probability = 0.745098
/* Node 3 */.
IF (DIR2-polozeno = 3 OR DIR2-polozeno = 4)
THEN
Node = 3
Prediction = 2
Probability = 0.631579
    
```

Slika 1. Stablo klasifikacije za studente koji jesu i nisu diplomirali

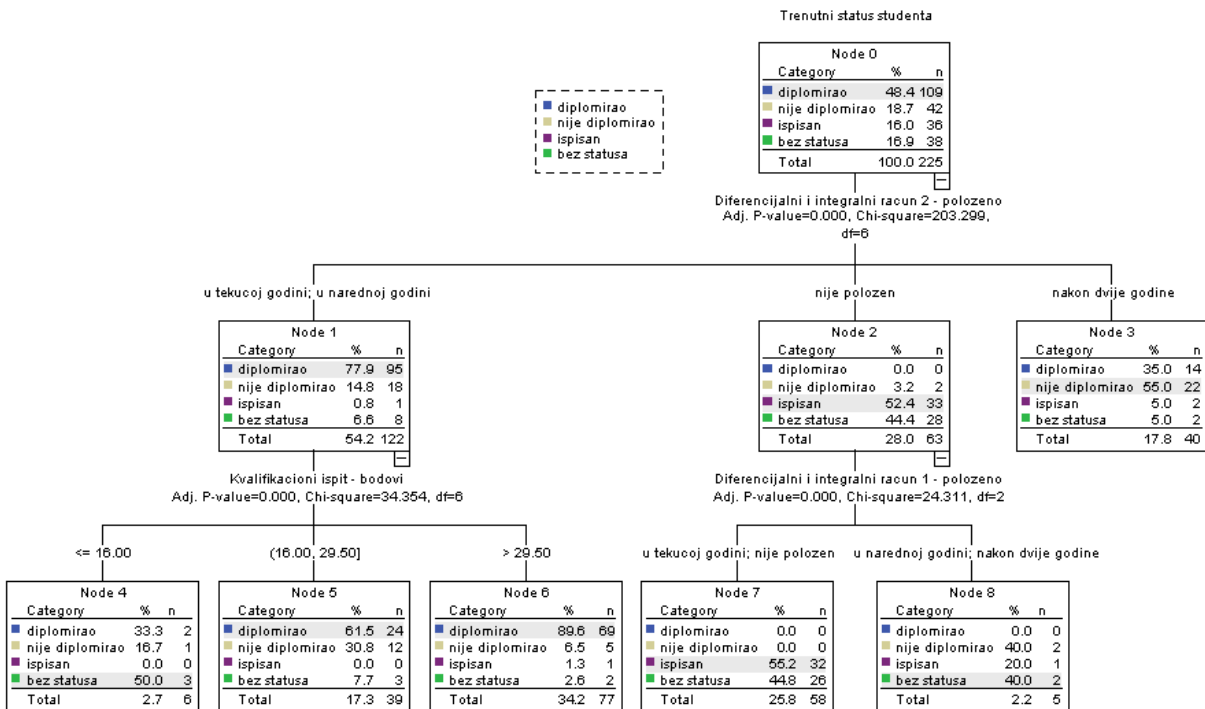
Primjeri pravila prikazanih na Sl. 1 su:

```

/* Node 0 */.
IF (1)
THEN
Node = 0
    
```



Slika 2. Stablo klasifikacije za studente koji jesu i nisu diplomirali.



Slika 3. Stablo klasifikacije za studente prema statusu studiranja.

TABELA III POVEZANOST POLAGANJA PREDMETA I DIPLOMIRANJA

Predmet	Položilo u tekućoj godini	Diplomiralo	Položilo u narednoj godini	Diplomiralo	Položilo poslije dvije godine	Diplomiralo
LAAG	137	104 (75.9%)				
DIR1	124	101 (81.5%)				
DIR2	62	57 (91.9%)	51	38 (74.5%)	38	14 (36.8%)
DIR1 i DIR2	62	57 (91.9%)				
LAAG, DIR1 i DIR2	61	57 (93.4%)				
Predmet	45	44 (97.8%)	28	24 (85.7%)	18	6 (33%)

Veoma je interesantna povezanost polaganja pojedinog predmeta i diplomiranja, kao diplomiranja i broja osvojenih bodova na kvalifikacionom ispitu zajedno sa položenim predmetom DIR2. Podaci su dati u tabeli 3 uz napomenu da su svi studenti koji su položili DIR2 u tekućoj položili i DIR1 takođe u tekućoj akademskoj godini, a 61 student je položio sva tri predmeta u tekućoj godini.

#### IV. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata zaključujemo sljedeće: kandidati koji su upisani na studije građevinarstva i geodezije su imali bolji uspjeh tokom srednjoškolskog obrazovanja i veći broj bodova na kvalifikacionom ispitu u odnosu na one koji nisu upisani; studenti koji su diplomirali su imali bolji uspjeh u srednjoj školi i veći broj bodova na kvalifikacionom ispitu u odnosu na one koji nisu diplomirali, kao i u odnosu na studente bez statusa; student koji su aktivni su imali veći broj bodova na kvalifikacionom ispitu u odnosu na one koji nisu aktivni.

Pokazana je povezanost između položenog bar jednog matematičkog predmeta (sa prve godine) tokom tekuće akademske godine i diplomiranja: predmet LAAG je tokom tekuće godine položilo 137 studenata, a diplomiralo je 104 studenta (75.9%), predmet DIR1 je tokom tekuće godine položilo 124 studenta, a diplomirao je 101 student (81.5%), dok je predmet DIR2 tokom tekuće godine položilo 62 studenta, a diplomiralo je 57 studenta (91.9%). Skoro svi studenti (44 od 45) koji su položili predmet DIR2 u tekućoj godini, a ostvarili su više od 30 bodova na kvalifikacionom ispitu, su diplomirali - tabela 3. Pored toga stabla odlučivanja pokazuju značaj polaganja matematičkih predmeta na završetak studija. Možemo zaključiti da su rezultati na kvalifikacionom ispitu, kao i uspjeh u polaganju matematičkih predmeta značajni prediktori akademskog uspjeha studenata građevinarstva i geodezije.

Generisana stabla i pravila odlučivanja mogu poslužiti kao osnova za stvaranje šire baze koja bi pomogla pouzdanom predviđanju uspješnosti studenata tokom upisa, studiranja i završetka studija

#### ZAHVALNICA

Istraživanje je finansirano kroz projekat Lokalizacija u faznom prostoru: teorijski, numerički i praktični aspekti, broj 19.032/961-103/19, podržan od strane Ministarstva za naučnotehnološki razvoj, visoko obrazovanje i informaciono društvo.

#### LITERATURA

- [1] Lj. Preradović, S. Kosić-Jeremić, "Efekti pripreme nastave i analiza uspjeha studenata u polaganju kvalifikacijskog ispita – prikaz slučaja studenata građevinarstva", Tehnički vjesnik 22(3):785-791, 2015, <https://doi.org/10.17559/TV-20140513114019>
- [2] Lj. Preradović, S. Kosić-Jeremić, "Povezanost uspjeha studenata geodezije tokom studija sa kvalifikacionim ispitom i završenom srednjom školom", XLVI Simpozijum o operacionim istraživanjima, Zbornik radova, pp. 586-591, 2019.
- [3] Lj. Preradović, S. Maksimović, S. Kosić-Jeremić, "Prediktori akademskog uspjeha studenata građevinarstva", XLVIII Simpozijum o operacionim istraživanjima, Zbornik radova, pp. 501-506, 2021.
- [4] E. Alyahyan, D. Düşteğör, "Predicting academic success in higher education: literature review and best practices". Int J Educ Technol High Educ 17, 3. 2020., <https://doi.org/10.1186/s41239-020-0177-7>.
- [5] Lj. Preradović, Đ. Stojisavljević, A. Gaćina, "Primjena informacionih tehnologija u analizi i predviđanju uspjeha studenata", AGG+ časopis za arhitekturu, građevinarstvo, geodeziju i srodne naučne oblasti, br.6, pp. 28-38, 2018., doi: 10.7251/AGGPLUS1806028V.
- [6] V. Simeunović, Lj. Preradović, "Using Data Mining to Predict Success in Studying", Croatian Journal of Education, Vol. 16, No. 2, pp. 481-523, 2014.
- [7] Lj. Preradović, V. Đajić, "Analitičko-statističke tehnike u savremenim istraživanjima", Arhitektonsko-građevinski fakultet, 2011.
- [8] S. Jakšić, S. Maksimović, "Verovatnoća i statistika, teorijske osnove i rešeni primeri", Univerzitet u Banjoj Luci, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet, 2020.
- [9] L. Rokach, O. Maimon, "Data mining with decision trees: Theory and Applications", 2nd Edition; World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, Singapore, pp. 77-79, 2015.
- [10] J. R. Quinlan, "Induction of decision trees", Machine Learning. 1: 81-106., 1986., doi:10.1007/BF00116251. S2CID 189902138.

#### ABSTRACT

In this paper, influencing factors on the students success who studying Civil Engineering and Geodesy at the Faculty of Architecture, Civil Engineering and Geodesy in Banja Luka, who enrolled in 2012, 2013 and 2014, and graduated by the end of 2020 are analysed. Success in high school, the number of points achieved in the qualifying exam, success in mathematics subjects in the first year of study of graduates, students who did not graduate, graduates, as well as students without status were examined. A statistically significant difference between graduate students and those who did not graduate in relation to the success in high school, as well as in relation to the number of points won in the qualifying exam it was shown. Using data mining methods and generating appropriate decision trees, it has been shown that passing at least one of the mathematical subjects in the first year in the current academic year is an important factor for the completion of studies.

**APPLICATIONS OF DECISION TREES FOR  
ACADEMIC SUCCESS PREDICTION OF  
CONSTRUCTION STUDENTS WITH SPECIAL  
REFERENCE TO MATHEMATICAL SUBJECTS**

Ljubiša Preradović, Snježana Maksimović, Sandra Kosić-  
Jeremić, Slavica Gajić.