



[6] 2018 6[1]

АГГ+ часопис за архитектуру, грађевинарство, геодезију и сродне научне области  
AGG+ Journal for Architecture, Civil Engineering, Geodesy and other related scientific fields

028-038

**Оригинални научни рад** | Original scientific paper

UDK I UDC 004.738.5:[37.02:316.62-057.874

DOI 10.7251/AGGPLUS1806028V

Рад примљен | Paper received 02/03/2018

Рад прихваћен | Paper accepted 29/11/2018

Област *Сродне научне области* | Scientific field *Other*

### Љубиша Прерадовић

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет Универзитета у Бањој Луци, Војводе Степе Степановића 77/3, e-mail: ljubisa.preradovic@aggf.unibl.org

### Ђорђе Стојисављевић

Универзитетски рачунарски центар Универзитета у Бањој Луци, Булевар војводе Петра Бојовића 1А, e-mail: djordje.stojisavljevic@unibl.org

### Александар Гаћина

Универзитетски рачунарски центар Универзитета у Бањој Луци, Булевар војводе Петра Бојовића 1А, e-mail: aleksandar.gacina@unibl.org

ПРИМЈЕНА  
ИНФОРМАЦИОНИХ  
ТЕХНОЛОГИЈА У АНАЛИЗИ  
И ПРЕДВИЂАЊУ УСПЈЕХА  
СТУДЕНАТА

THE APPLICATION OF  
INFORMATION  
TECHNOLOGIES IN THE  
ANALYSIS AND PREDICTION  
OF STUDENTS' SUCCESS

**Оригинални научни рад**

Original scientific paper

Рад прихваћен | Paper accepted

29/11/2018

УДК | UDC

004.738.5:[37.02:316.62-057.874

DOI

10.7251/AGGPLUS1806028V

**Љубиша Прерадовић**

Архитектонско-грађевинско-геодетски факултет Универзитета у Бањој Луци, Војводе Степе Степановића 77/3, e-mail: ljubisa.preradovic@aggf.unibl.org

**Ђорђе Стојисављевић**

Универзитетски рачунарски центар Универзитета у Бањој Луци, Булевар војводе Петра Божовића 1А, e-mail: djordje.stojisavljevic@unibl.org

**Александар Гаћина**

Универзитетски рачунарски центар Универзитета у Бањој Луци, Булевар војводе Петра Божовића 1А, e-mail: aleksandar.gacina@unibl.org

## ПРИМЈЕНА ИНФОРМАЦИОНИХ ТЕХНОЛОГИЈА У АНАЛИЗИ И ПРЕДВИЂАЊУ УСПЈЕХА СТУДЕНАТА

### АПСТРАКТ

Примјена откривања законитости у подацима у области образовања (енгл. *Educational data mining*) представља нову област информационих технологија која је у експанзији. У овом раду је коришћењем *data mininga* извршена анализа и развој модела за предвиђање успјеха студената, заснованог на појединим факторима који утичу на њихов успјех (успјех у средњој школи, успјех на пријемном испиту). Истраживање има за циљ да покаже у којој мјери успјех у средњој школи и успјех на пријемном испиту утичу на успјех ученика током студирања, а који се прије свега огледа на оцјенама из базичних предмета и укупном броју остварених ECTS бодова. У истраживању су коришћени савремени софтверски алати: RapidMiner, SPSS и MATLAB.

**Кључне ријечи:** информационе технологије, високо образовање, *data mining*, анализа, предвиђање постигнућа студената

## THE APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE ANALYSIS AND PREDICTION OF STUDENTS' SUCCESS

### ABSTRACT

The application of educational data mining is a new area of information technology that is expanding. Using this data mining, the analysis and development of models for student success prediction were performed based on certain factors affecting their success (success in high school, success on the entrance exam). The aim of the research is to show the extent to which success in high school and the success on the entrance exam affects the students' success during their studies at the higher education level, which is primarily reflected on grades from the core subjects and the total number of ECTS credits achieved. The study used modern software tools: RapidMiner, SPSS and MATLAB.

**Key words:** information technology, higher education, data mining, analysis, prediction of students' success

## 1. УВОД

Континуиран напредак савременог друштва, праћен развојем информационих и интернет-технологија, као нужност намеће потребу да се на стратегијском нивоу води брига о образовању и сталном усавршавању. Квалитет високог образовања се уобичајено мјери постигнућима студената, те је неопходно утврдити кључне чиниоце успеха студената у циљу побољшања високошколског образовног процеса.

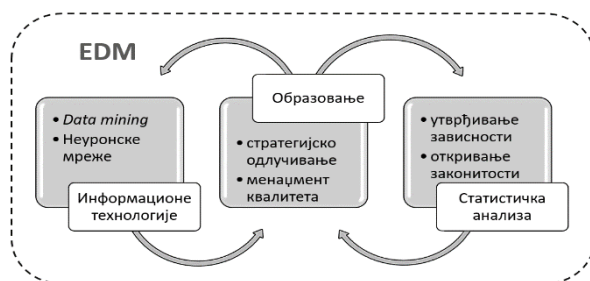
За високообразовне установе анализа успјешности студирања врло је важна, јер стратегијско планирање студијских програма зависи од тога да ли програм треба повећати или одржати постојећу успјешност студената, ако је она задовољавајућа [1].

Откривање законитости у подацима који долазе из области образовања кључни је корак за откривање нових сазнања, облика понашања, предвиђања и прилагођавања процеса образовања. Анализа појединих фактора о студенту, од успјеха у средњој школи и успјеха на пријемном испиту, успјеха на првој години основних академских студија, с посебним освртом на базичне предмете (математика, информатика, нацртна геометрија), преко њиховог утицаја и корелације са цјелокупним успјехом студирања, представља предмет истраживања овог рада.

## 2. OBRAZOVNI DATA MINING

*Образовни Data Mining (Educational Data Mining – EDM)* представља нову област која се бави развојем, истраживањем и примјеном метода за откривање законитости у подацима у оквиру база података из области образовања, а које би иначе класичним методама биле тешко или скоро немогуће анализирати и утврђивати зависности, обрасце понашања и учења код студената, прије свега због велике количине података. [2]

Проучавањем мултидисциплинарности EDM-а, могу се издвојити три области које се међусобно преплићу и интегришу: информационе технологије, (високо) образовање и статистичка анализа (слика 1).



Слика 1. Области које чине темељ EDM-а

### 2.1. ИСТРАЖИВАЊА

EDM истраживања заснивају се на концептима квантитативне анализе, методама и техникама статистике и вјештачке интелигенције. Доминантна истраживачка парадигма је квантитативно представљање резултата који долазе у облику предвиђања, кластера или класификација, а који су често и квалитативно образложени.

EDM се издваја као независна област истраживања, проистекла из вјештачке интелигенције у образовању, при чему се у великој мјери користе статистичке методе и тестови. Тежиште EDM-а је на испитивању фактора који директно утичу на успјех и понашање студената, анализа образовног система, од полагања квалификационог испита, кроз цјелокупан наставни процес, до одбране завршног рада.

Камбел (Campbell) и Облинер (Oblinger)[3] дефинишу EDM као аналитику академских података коришћењем статистичких метода, на начин који ће помоћи менаџменту високошколских установа да постане активнији у откривању специфичних група студената (нпр. један од критеријума за груписање студената може бити завршена средња школа) и реагује у складу са тим (нпр. прилагођавањем наставног плана и програма, увођењем факултативних предмета и сл.), а у циљу побољшања успјеха студената и унапређења квалитета образовног процеса.

## 2.2. ЦИЉЕВИ

Основни циљеви EDM-а могу се класификовати у сљедеће категорије [4]:

- предвиђање успјеха студената,
- организација наставног програма,
- предвиђање уписа студената у наредну (вишу) годину студија,
- идентификација абнормалних/екстремних вриједности у образовном систему.

За остваривање ових циљева користе се различити алгоритми data mininga, као што су: стабла одлучивања, вјештачке неуронске мреже, кластер алгоритми итд.

## 2.3. СОФТВЕРСКИ АЛАТИ

Интензивни развој информационих технологија, посебно области вјештачке интелигенције, условио је развој софтверских алата који олакшавају њихову примјену. Софтверски алати доминантни у области EDM-а, а који су коришћени у овом истраживању, јесу RapidMiner и SPSS.

### 2.3.1. RapidMiner

RapidMiner представља водећи софтвер отвореног кода (енгл. *open source*) за *data mining*. Доступан је као засебна апликација за анализу података, а може да се интегрише у сопствени производ. RapidMiner користи се у области вјештачке интелигенције, предвиђања и пословних анализа.

Његова примјена је широка, јер обухвата алате, технике и методе за обраду великих количина података паралелно, омогућујући дизајн комплексних модела. Посебно се користи у откривању законитости у подацима.

### 2.3.2. SPSS

SPSS (*Statistical Package for Social Studies*) представља софтверски пакет за статистичку анализу који се највише примјењује [5]. Омогућава анализу и манипулисање комплексним подацима на једноставан начин. SPSS садржи велики број статистичких и математичких функција, статистичких процедура, и веома флексибилну способност управљања подацима. Може учитати податке у скоро сваком формату (нпр. нумерички, алфанумерички, бинарни, датум/вријеме), а новије верзије могу учитати и датотеке креиране помоћу spreadsheet/database софтвера.

SPSS има широку примјену у природним, друштвеним и техничким наукама. У области образовања најчешће се користи за утврђивање зависности и примјену различитих статистичких тестова.

### 3. МОДЕЛ И МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Подаци за модел прикупљени су из Факултетског информационог система Архитектонско-грађевинско-геодетског факултета Универзитета у Бањој Луци. Подаци обухватају студенте уписане у прву годину основних академских студија академске 2014/2015. и 2015/2016. године. Након елиминације непотпуних података, узорак је обухватио 248 студената. Креиран је каузални модел успјешности студирања, при чему успјех као излазну промјенљиву одређују двије компоненте:

- број остварених ECTS бодова и
- оцјене из базичних предмета (Линеарна алгебра, Диференцијални и интегрални рачун 1 и 2, Математика у архитектури 1 и 2, Информатика 1 и 2, Информатика за геодете 1 и 2 и Нацртна геометрија).

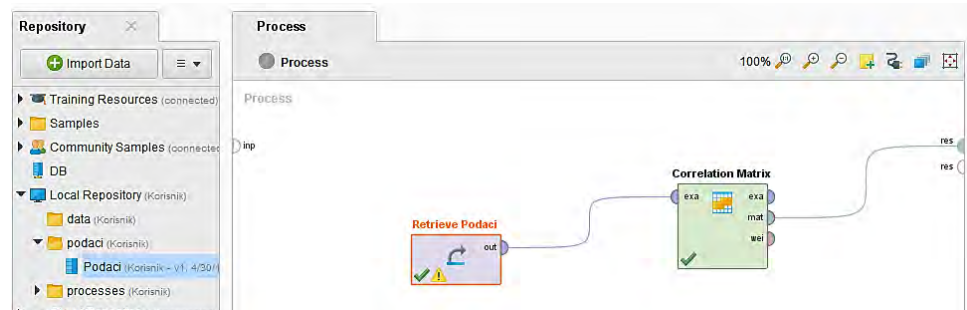
Као улаз модела употријебљене су двије промјенљиве:

- број бодова остварених у средњој школи, и
- број бодова остварених на пријемном испиту.

Методе истраживања у овом раду базиране су на постојећим теоријским резултатима и експерименталном раду у овој области [6],[7],[8]. У посљедњих пет година објављен је значајан број радова и урађено доста докторских дисертација. У једној од њих [9] су описане могућности примјене пословне интелигенције, посебно EDM, за анализу и предвиђање успјеха студирања. Експериментални дио рада се огледа на примјени савремених статистичких алата и *data mininga* у циљу анализе и предвиђања успјеха студената Архитектуре, Грађевинарства и Геодезије основних академских студија.

Основне методе истраживања коришћене у раду јесу: метода анализе, метода синтезе, метода моделирања, статистичка метода, метода пословне интелигенције. Метода анализе коришћена је за утврђивање релација између улазних и излазних промјенљивих. Анализа података имала је за циљ да укаже на потребу и путеве побољшања успјеха студената, што је предмет истраживања. Метода синтезе примијењена је у изградњи теоријског оквира у смјеру од посебног ка општем на основу постојећих научноистраживачких радова из области EDM. Метода моделирања употријебљена је за израду модела за предвиђање успјеха студирања, као и за израду софтверског модела за експерименталну анализу. Током истраживања коришћена су софтверска окружења: RapidMiner, SPSS и MS Excel. Статистичка метода коришћена је за статистичко тестирање, утврђивање значајности и корелације промјенљивих на којима се базира модел за предвиђање успјеха студената у зависности од пола, средине из које долазе и завршене средње школе. Метода пословне интелигенције примијењена је на дефинисаном моделу како би се испитао утицај улазних промјенљивих на излазну промјенљиву.

У софтверском окружењу RapidMiner креиран је модел (слика 2) у којем је кориштен оператор корелације, како би се утврдило између којих варијабли постоји узајамна или реципрочна повезаност.



Слика 2. Модел истраживања у RapidMineru

У експерименталном дијелу извршена је евалуација развијеног модела за предвиђање успјеха студената на основу података из Факултетског информационог система. Резултати експерименталног истраживања утврђују зависност успјеха студената (који се огледа у броју остварених ECTS бодова и оцјена из базичних предмета) од бодова остварених у средњој школи и на пријемном испиту. Циљ истраживања огледа се у утврђивању значаја успјеха у средњој школи и на пријемном испиту за успјех током студија, како би се добио одговор на питање да ли успјех током средњошколског образовања значајно утиче на успјех у високошколском образовању – у којим сегментима и у којој мјери.

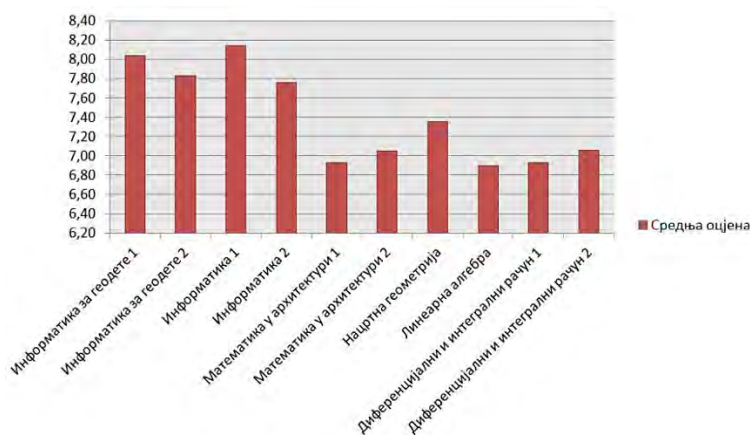
#### 4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У табели 1 представљене су оцјене из појединих положених предмета прве године основних академских студија. Највишу просјечну оцјену (8,14) остварили су студенти студијског програма *Грађевинарство* из предмета *Информатика 1*, затим студенти студијског програма *Геодезија* из предмета *Информатика за геодете 1* (8,04). Најнижу просјечну оцјену (6,90) имају студенти из предмета *Линеарна алгебра* (слушају студенти студијских програма *Грађевинарство* и *Геодезија*).

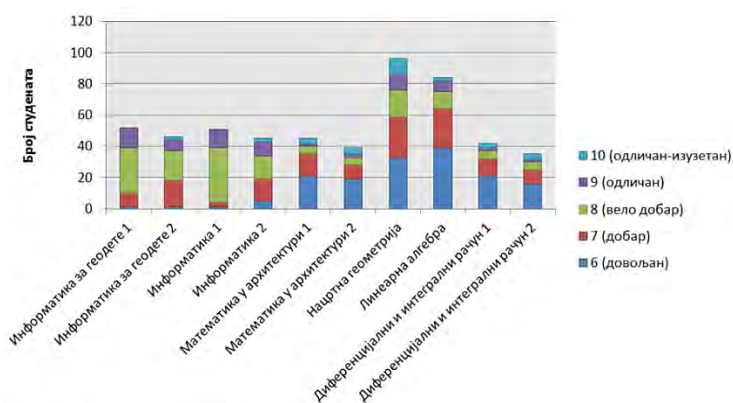
Табела 1. Оцјене из положених предмета прве године

| Предмет – оцјена                    | N  | 10 | 9  | 8  | 7  | 6  | Медијан | Просјечна оцјена |
|-------------------------------------|----|----|----|----|----|----|---------|------------------|
| Информатика за геодете 1            | 52 | 0  | 13 | 29 | 9  | 1  | 8.00    | 8,04             |
| Информатика за геодете 2            | 46 | 2  | 7  | 19 | 17 | 1  | 8.00    | 7,83             |
| Информатика 1                       | 51 | 0  | 12 | 35 | 3  | 1  | 8.00    | 8,14             |
| Информатика 2                       | 45 | 2  | 9  | 15 | 14 | 5  | 8.00    | 7,76             |
| Математика у архитектури 1          | 45 | 3  | 2  | 5  | 14 | 21 | 7.00    | 6,93             |
| Математика у архитектури 2          | 39 | 4  | 2  | 5  | 9  | 19 | 7.00    | 7,05             |
| Нацртна геометрија                  | 96 | 10 | 10 | 17 | 26 | 33 | 7.00    | 7,35             |
| Линеарна алгебра                    | 84 | 2  | 7  | 11 | 25 | 39 | 7.00    | 6,90             |
| Диференцијални и интегрални рачун 1 | 42 | 3  | 2  | 5  | 11 | 21 | 6.50    | 6,93             |
| Диференцијални и интегрални рачун 2 | 35 | 3  | 2  | 5  | 9  | 16 | 7.00    | 7,06             |

На графикону 1 приказане су средње оцјене по предметима, а на графикону 2 дат је приказ дистрибуције оцјена по предметима.



Графикон 1. Приказ средње оцјене по предметима



Графикон 2. Приказ дистрибуције оцјена по предметима

У табели 2 приказана је повезаност ECTS бодова и бодова освојених током средњошколског образовања, на пријемном испиту и оцјена из појединих предмета.

Током средњошколског образовања кандидати могу остварити 50% укупног броја бодова, а тестирањем повезаности с оцјенама из појединих предмета и бодовима оствареним током пријемног испита, високо статистички значајна повезаност ( $\rho = .192$ ,  $p = .010$ ) је добијена само с бодовима оствареним током пријемног испита, а статистички значајна повезаност с оцјенама из сљедећих предмета: Информатика за геодете 1 ( $\rho = .326$ ,  $p = .018$ ), Информатика 2 ( $\rho = .363$ ,  $p = .014$ ) и Математика у архитектури 2 ( $\rho = .337$ ,  $p = .036$ ).

Бодови остварени током пријемног испита високо статистички значајно су повезани са оцјенама из сљедећих предмета: Информатика за геодете 2 ( $\rho = .451$ ,  $p = .002$ ), Математика у архитектури 1 ( $\rho = .425$ ,  $p = .004$ ), Математика у архитектури 2 ( $\rho = .425$ ,  $p = .007$ ), Нацртна геометрија ( $\rho = .312$ ,  $p = .002$ ), Линеарна алгебра ( $\rho = .418$ ,  $p = .000$ ), Диференцијални и интегрални рачун 1 ( $\rho = .550$ ,  $p = .000$ ), Диференцијални и интегрални рачун 2 ( $\rho = .577$ ,  $p = .000$ ), с бодовима оствареним током пријемног испита ( $\rho = .192$ ,  $p =$

.010) и са укупно освојеним ЕЦТС бодовима ( $\rho = .300$ ,  $p = .003$ ), а статистички значајно повезани с оцјенама из сљедећих предмета: Информатика за геодете 1 ( $\rho = .353$ ,  $p = .010$ ) и Информатика 1 ( $\rho = .333$ ,  $p = .017$ ).

Укупно освојени ЕЦТС бодови високо статистички значајно су повезани са оцјенама из сљедећих предмета: Информатика за геодете 1 ( $\rho = .532$ ,  $p = .004$ ), Информатика за геодете 2 ( $\rho = .712$ ,  $p = .000$ ), Нацртна геометрија ( $\rho = .379$ ,  $p = .007$ ), Линеарна алгебра ( $\rho = .533$ ,  $p = .000$ ), Диференцијални и интегрални рачун 1 ( $\rho = .669$ ,  $p = .001$ ), Диференцијални и интегрални рачун 2 ( $\rho = .576$ ,  $p = .010$ ) и с бодовима оствареним током пријемног испита ( $\rho = .291$ ,  $p = .004$ ).

Табела 2. Повезаност ECTS бодова и бодова освојених током средњошколског образовања, пријемног испита и оцјена из појединих предмета

| Предмет                             |        | Бодови освојени у средњој школи | Бодови освојени на пријемном испиту | Укупни ECTS бодови |
|-------------------------------------|--------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| Информатика за геодете 1            | $\rho$ | .326*                           | .353*                               | .532**             |
|                                     | $p$    | .018                            | .010                                | .004               |
|                                     | N      | 52                              | 52                                  | 28                 |
| Информатика за геодете 2            | $\rho$ | .198                            | .451**                              | .712**             |
|                                     | $p$    | .187                            | .002                                | .000               |
|                                     | N      | 46                              | 46                                  | 24                 |
| Информатика 1                       | $\rho$ | .183                            | .333*                               | .298               |
|                                     | $p$    | .199                            | .017                                | .139               |
|                                     | N      | 51                              | 51                                  | 26                 |
| Информатика 2                       | $\rho$ | .363*                           | .136                                | .277               |
|                                     | $p$    | .014                            | .373                                | .200               |
|                                     | N      | 45                              | 45                                  | 23                 |
| Математика у архитектури 1          | $\rho$ | .291                            | .425**                              | .368               |
|                                     | $p$    | .052                            | .004                                | .101               |
|                                     | N      | 45                              | 45                                  | 21                 |
| Математика у архитектури 2          | $\rho$ | .337*                           | .425**                              | .335               |
|                                     | $p$    | .036                            | .007                                | .161               |
|                                     | N      | 39                              | 39                                  | 19                 |
| Нацртна геометрија                  | $\rho$ | .068                            | .312**                              | .379**             |
|                                     | $p$    | .511                            | .002                                | .007               |
|                                     | N      | 96                              | 96                                  | 50                 |
| Линеарна алгебра                    | $\rho$ | .145                            | .418**                              | .533**             |
|                                     | $p$    | .187                            | .000                                | .000               |
|                                     | N      | 84                              | 84                                  | 44                 |
| Диференцијални и интегрални рачун 1 | $\rho$ | .197                            | .550**                              | .669**             |
|                                     | $p$    | .211                            | .000                                | .001               |
|                                     | N      | 42                              | 42                                  | 21                 |
| Диференцијални и интегрални рачун 2 | $\rho$ | .189                            | .577**                              | .576**             |
|                                     | $p$    | .276                            | .000                                | .010               |
|                                     | N      | 35                              | 35                                  | 19                 |

\*. Корелација значајна на нивоу 0.05.

\*\*. Корелација значајна на нивоу 0.01.



У табели 3 приказана је повезаност оцјена током студија и средње школе и бодова освојених током средњег образовања и пријемног испита.

Табела 3. Повезаност оцјена током студија и средње школе и бодова освојених током средњег образовања и пријемног испита

| Предмет                             |        | I раз. | II раз. | III раз. | IV раз. | Бодови средња школа | Бодови пријемни испит |
|-------------------------------------|--------|--------|---------|----------|---------|---------------------|-----------------------|
| Информатика за геодете 1            | $\rho$ | .250   | .244    | .309*    | .210    | .327*               | .346*                 |
|                                     | P      | .052   | .058    | .015     | .104    | .017                | .011                  |
|                                     | N      | 61     | 61      | 61       | 61      | 53                  | 53                    |
| Информатика за геодете 2            | $\rho$ | .115   | .076    | .206     | .281*   | .194                | .424**                |
|                                     | P      | .418   | .593    | .143     | .044    | .191                | .003                  |
|                                     | N      | 52     | 52      | 52       | 52      | 47                  | 47                    |
| Информатика 1                       | $\rho$ | .134   | .100    | .136     | .086    | .183                | .333*                 |
|                                     | P      | .293   | .436    | .287     | .504    | .199                | .017                  |
|                                     | N      | 63     | 63      | 63       | 63      | 51                  | 51                    |
| Информатика 2                       | $\rho$ | .304*  | .332*   | .252     | .385**  | .363*               | .136                  |
|                                     | P      | .024   | .013    | .064     | .004    | .014                | .373                  |
|                                     | N      | 55     | 55      | 55       | 55      | 45                  | 45                    |
| Математика у архитектури 1          | $\rho$ | .312** | .322**  | .180     | .180    | .291                | .425**                |
|                                     | P      | .008   | .006    | .131     | .130    | .052                | .004                  |
|                                     | N      | 72     | 72      | 72       | 72      | 45                  | 45                    |
| Математика у архитектури 2          | $\rho$ | .258*  | .336**  | .277*    | .203    | .337*               | .425**                |
|                                     | P      | .049   | .009    | .034     | .123    | .036                | .007                  |
|                                     | N      | 59     | 59      | 59       | 59      | 39                  | 39                    |
| Нацртна геометрија                  | $\rho$ | .023   | .017    | .132     | .219*   | .068                | .294**                |
|                                     | P      | .810   | .860    | .164     | .020    | .509                | .003                  |
|                                     | N      | 112    | 112     | 112      | 112     | 97                  | 97                    |
| Линеарна алгебра                    | $\rho$ | .143   | .077    | .079     | .206*   | .146                | .428**                |
|                                     | P      | .168   | .460    | .446     | .047    | .181                | .000                  |
|                                     | N      | 94     | 94      | 94       | 94      | 85                  | 85                    |
| Диференцијални и интегрални рачун 1 | $\rho$ | .049   | .089    | .250     | .238    | .206                | .561**                |
|                                     | P      | .742   | .552    | .090     | .107    | .186                | .000                  |
|                                     | N      | 47     | 47      | 47       | 47      | 43                  | 43                    |
| Диференцијални и интегрални рачун 2 | $\rho$ | .095   | .156    | .177     | .208    | .176                | .537**                |
|                                     | P      | .570   | .348    | .289     | .209    | .305                | .001                  |
|                                     | N      | 38     | 38      | 38       | 38      | 36                  | 36                    |

\*. Корелација значајна на нивоу 0.05.

\*\* . Корелација значајна на нивоу 0.01.

Утврђена је статистички значајна повезаност успјеха у првом разреду средње школе са оцјенама из следећих предмета: Информатика 2 ( $\rho = .304$ ,  $p = .024$ ), Математика у архитектури 2 ( $\rho = .258$ ,  $p = .049$ ), а високо статистички значајна повезаност с оцјенама из предмета Математика у архитектури 1 ( $\rho = .312$ ,  $p = .008$ ).

Успјех у другом разреду средње школе статистички значајно је повезан са оцјенама из предмета Информатика 2 ( $\rho = .332$ ,  $p = .013$ ), а високо статистички значајно повезан са оцјенама из следећих предмета: Математика у архитектури 1 ( $\rho = .322$ ,  $p = .006$ ) и Математика у архитектури 2 ( $\rho = .336$ ,  $p = .009$ ).

Успјех у трећем разреду средње школе статистички значајно је повезан са оцјенама из сљедећих предмета: Информатика за геодете 1 ( $\rho = .309$ ,  $p = .015$ ), Математика у архитектури 2 ( $\rho = .277$ ,  $p = .034$ ).

Статистички значајна повезаност успјеха у четвртном разреду средње школе постоји са оцјенама из сљедећих предмета: Информатика за геодете 2 ( $\rho = .281$ ,  $p = .044$ ), Линеарна алгебра ( $\rho = .206$ ,  $p = .047$ ) и Нацртна геометрија ( $\rho = .219$ ,  $p = .020$ ), а високо статистички значајна повезаност постоји са оцјенама из предмета Информатика 2 ( $\rho = .385$ ,  $p = .004$ ).

Тестирањем повезаности ECTS и бодова освојених током средњошколског образовања и пријемног испита на Студијском програму *Архитектура* добијена је високо статистички значајна повезаност ( $\rho = .448$ ,  $p = .001$ ) бодова остварених током средњошколског образовања и бодова остварених на пријемном испиту (табела 4).

Табела 4. Повезаност ECTS бодова и бодова освојених током средњег образовања и пријемног испита на студијском програму *Архитектура*

|                                     |        | Бодови освојени у средњој школи | Бодови освојени на пријемном испиту | Број ECTS бодова |
|-------------------------------------|--------|---------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| Бодови освојени у средњој школи     | $\rho$ | 1.000                           | .448**                              | .027             |
|                                     | $p$    | .                               | .001                                | .892             |
|                                     | N      | 55                              | 55                                  | 27               |
| Бодови освојени на пријемном испиту | $\rho$ | .448**                          | 1.000                               | -.098            |
|                                     | $p$    | .001                            | .                                   | .625             |
|                                     | N      | 55                              | 55                                  | 27               |
| Број ECTS бодова                    | $\rho$ | .027                            | -.098                               | 1.000            |
|                                     | $p$    | .892                            | .625                                | .                |
|                                     | N      | 27                              | 27                                  | 27               |

\*. Корелација значајна на нивоу 0.05.

\*\* . Корелација значајна на нивоу 0.01.

На Студијском програму *Грађевинарство* није добијена статистички значајна повезаност бодова остварених током средњошколског образовања и бодова остварених на пријемном испиту (табела 5).

Табела 5. Повезаност ECTS бодова и бодова освојених током средњег образовања и пријемног испита на студијском програму *Грађевинарство*

|                                     |        | Бодови освојени у средњој школи | Бодови освојени на пријемном испиту | Број ECTS бодова |
|-------------------------------------|--------|---------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| Бодови освојени у средњој школи     | $\rho$ | 1.000                           | .129                                | .098             |
|                                     | $p$    | .                               | .312                                | .580             |
|                                     | N      | 63                              | 63                                  | 34               |
| Бодови освојени на пријемном испиту | $\rho$ | .129                            | 1.000                               | .309             |
|                                     | $p$    | .312                            | .                                   | .075             |
|                                     | N      | 63                              | 63                                  | 34               |
| Број ECTS бодова                    | $\rho$ | .098                            | .309                                | 1.000            |
|                                     | $p$    | .580                            | .075                                | .                |
|                                     | N      | 34                              | 34                                  | 34               |

\*. Корелација значајна на нивоу 0.05.

\*\* . Корелација значајна на нивоу 0.01.

Добијена је високо статистички значајна повезаност ( $\rho = .435$ ,  $p = .009$ ) бодова остварених током пријемног испита и освојених ЕЦТС бодова током школовања на Студијском програму *Геодезија* (табела 6).

Табела 6. Повезаност ЕЦТС бодова и бодова освојених током средњег образовања и пријемног испита на студијском програму *Грађевинарство*

|                                     |        | Бодови освојени у средњој школи | Бодови освојени на пријемном испиту | Број ЕЦТС бодова |
|-------------------------------------|--------|---------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| Бодови освојени у средњој школи     | $\rho$ | 1.000                           | .113                                | .324             |
|                                     | $p$    | .                               | .379                                | .058             |
|                                     | N      | 63                              | 63                                  | 35               |
| Бодови освојени на пријемном испиту | $\rho$ | .113                            | 1.000                               | .435**           |
|                                     | $p$    | .379                            | .                                   | .009             |
|                                     | N      | 63                              | 63                                  | 35               |
| Број ЕЦТС бодова                    | $\rho$ | .324                            | .435**                              | 1.000            |
|                                     | $p$    | .058                            | .009                                | .                |
|                                     | N      | 35                              | 35                                  | 35               |

\*. Корелација значајна на нивоу 0.05.

\*\* . Корелација значајна на нивоу 0.01.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Истраживање које је приказано у овом раду представља практичну примјену EDM-а, с основним циљем да се омогући ефикасна и квалитетна подршка менаџменту високошколских институција за доношење одлука у циљу побољшања наставног процеса. Примјеном статистичких анализа и data miningа на податке о успјеху студената основних академских студија (компоненте успјеха су укупан број остварених ЕЦТС бодова и оцјене из базичних предмета) утврђивано је постојање повезаности са успјехом у средњој школи и успјехом на пријемном испиту. Узорак за истраживање чини 248 студената Архитектонско-грађевинско-геодетског факултета Универзитета у Бањој Луци.

Утврђена је статистички значајна повезаност између оцјена из већине базичних предмета (првенствено математичких) и успјеха на пријемном испиту. Ова законитост може бити основни параметар предвиђања успјеха студената на основу резултата пријемног испита – ако је кандидат остварио преко 40 бодова на пријемном испиту, може се очекивати да ће положити базичне предмете на првој години студија.

Истраживањем је утврђена статистички значајна повезаност између оцјена из појединих базичних предмета (првенствено информатичких) и успјеха у средњој школи. Може се закључити да ће студенти који су изучавали информатику у средњој школи бити успјешни у полагању испита из информатичких предмета на првој години студија.

Анализирањем повезаности успјеха током студија и успјеха по разредима средње школе, утврђено је да на успјех током студија највише утиче успјех остварен у четвртој разреду средње школе.

На основу спроведеног истраживања, примјеном статистичких алата и EDM-а могуће је са великом сигурношћу предвидјети успјех студената основних академских студија на

основу успјеха оствареног у средњој школи и на пријемном испиту. На основу овог модела, менаџмент високошколске установе може да предвиђа и планира кретање студената по годинама студија (нпр. процјена колико ће студент напредовати – уписати наредну годину, а колико студент ће обновити годину). Предвиђање успјеха студената је значајно првенствено у циљу планирања ангажовања наставног кадра, за израду финансијског плана, материјална улагања и сл.

## 6. БИБЛИОГРАФИЈА

- [1] W 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. стр. 72–79, 2008.
- [2] C. Romero, S. Ventura, „Educational data mining: a re-view of the state-of-the-art”, *IEEE Trans SystMan Cybern C: Appl Rev*, vol. 40, стр. 601–618, 2010.
- [3] J. Campbell, D. Oblinger, *Academic analytics*. Washington, DC: Educause, 2007.
- [4] V. Kumar, A. Chadha, „An Empirical Study of the Applications of Data Mining Techniques in Higher Education”, *International Journal of Advanced Computer Science and Application*, vol. 2(3), стр. 80–84, 2011.
- [5] Љ. Прерадовић, В. Ђајић, *Аналитичко-статистичке методе у савременим истраживањима*. Банја Лука, Република Српска: Архитектонско-грађевински факултет, 2011.
- [6] Љ. Прерадовић, С. Косић-Јеремић, „Student achievement in the university entrance examination and the effects of preparation classes - a case study of civil engineering students”, *Tehnički vjesnik-Technical Gazette*, vol. 22, No. 3, стр. 785–791, 2015.
- [7] С. Косић-Јеремић, Љ. Прерадовић, „Achievement in university entrance examination relative to attendance in preparation classes and type of secondary school completed: a case study of geodesy undergraduate candidates”, *International Journal of Education and Research*, vol. 2, No. 9, стр. 59–70, 2014.
- [8] М. Додиг, Љ. Прерадовић, Д. Милановић, „Значај развијених специфичних способности за постигнућа ученика”, *АГГ+ часопис за архитектуру, грађевинарство, геодезију и сродне научне области*, No. 1, стр. 002–011, 2013.
- [9] С. Ђилјамовић. „Могућности примене пословне интелигенције за анализу и предвиђање успјеха студената.” *Докtorska дисертација, Универзитет у Београду, Београд*, 2015.