

Универзитет Сингидунум
Департман за последипломске студије

Докторска дисертација

Софтверска решења за аутоматизовано
оцењивање радова у области рачунарства

Студент

Милан Таир
2015466037

Ментор

Миодраг Живковић

Београд, 2021.

Singidunum University
Department for Postgraduate Studies

Doctoral thesis

Software Solutions for Automated Assessment
in the Field of Computer Science

Student

Milan Tair
2015466037

Mentor

Miodrag Živković

Belgrade, 2021

Université Singidunum
Département des études supérieures

Thèse de doctorat

Solutions logicielles pour l'évaluation automatisée
dans le domaine des sciences informatiques

Étudiant

Milan Tair
2015466037

Mentor

Miodrag Živković

Belgrade, 2021

Ментор и чланови комисије

Ментор: Проф. др Миодраг Живковић, Универзитет Сингидунум

Чланови комисије: Проф. др Драган Цветковић, Универзитет Сингидунум

Проф. др Бошко Николић, Универзитет у Београду

Датум одбране: 2022.

*Мојим родитељима и сестри,
у захвалност за бесконачну
љубав и подршку коју су
ми пружили у животу.*

Сажетак

Друштво се заснива на наставку културе, али се гради њеним усавршавањем и надоградњом. Средство усавршавања друштва је образовање. Један од саставних делова образовања, али и важан изазов којим се оно бави је провера усвојених знања и стечених радних вештина. На академским студијама, у областима природних и техничко-технолошких наука, а посебно у рачунарству, провера знања је у великој мери окренута утврђивању и вредновању степена стечених радних вештина студента. У образовање су уведени разни поступци провере знања. Циљ сваког побољшања ових поступака је постизање тачног и непристрасног оцењивања. У литератури су описани начини који су се пре користили, као и они који су још увек у употреби. Међу њима, најчешћи су они који се ослањају на задавање тестова и они који се ослањају на прегледање решења радних задатака. Предност тестова је при утврђивању степена усвојених знања, док је предност прегледања решења радних задатака при утврђивању степена стечених радних вештина. За оба приступа постоје ручни и аутоматизовани поступци за оцењивање, који се ослањају на то да су тестови и задаци постављени тако да је могуће лако спровести аутоматизовани поступак оцењивања без учешћа испитивача.

Искуства из струке су показала да је тешко обезбедити потребан ниво непристрасности и тачности приликом ручног оцењивања студената применом било која од ова два приступа. Због тога је употреба аутоматизованих поступака препоручљива. Међутим, када је неопходно спровести и утврђивање и степена усвојених знања и степена стечених радних вештина, постоје потешкоће у примени ова два приступа, јер нису оба приступа погодна за ове две намене. Прегледом литературе, истражени су најчешћи изазови који настају применом ова два приступа.

Истраживање, представљено у овом раду, окренуто је проналажењу начина да се обезбеди непристрасно и тачно оцењивање степена стечених радних вештина студената на предмету на којем је заступљено писање програмског кода. Примењена су два сопствена решења, која су коришћена за оцењивање по две генерације студената, током четири године, колико обухвата истраживање. Једно решење је засновано на употреби електронског теста као поступка за проверу знања студената, док је друго засновано на употреби програма за аутоматизовано прегледање решења радних задатака.

Истраживањем података, прикупљених применом ова два приступа оцењивању, покушано је давање одговора на неколико истраживачких питања. Примењени су вредносни и својствени научни поступци рашчлањавања података и доношења закључака, као и метод студије случаја које обухватају разраду два представљена сопствена решења, коришћена за оцењивање током периода које обухвата истраживање.

Донети су одговори на више питања о могућности развоја сопственог алата за аутоматизовање прегледање и оцењивање решења радних задатака студената које може у потпуности заменити наставника у улози испитивача; о провери усаглашености исхода оцењивања студената применом два наведена приступа аутоматизованом оцењивању; о употребљивости електронског теста за утврђивање степена стечених радних вештина; као и о могућности обезбеђивања непристрасног оцењивања студената без утицаја испитивача. Приказана је расправа о исходима обраде података и о закључцима.

Ово истраживање је показало на који начин је могуће спровести утврђивање и оцењивање степена стечених радних вештина студената на основним академским студијама на предмету из области рачунарства, на којем се даје велика важност писању програмског кода. Јасно су приказана сопствена решења којим је постигнут овај циљ, те истраживање има, поред научног, потврђен и допринос у служби струке.

Кључне речи	Образовање, Провера знања, Програмирање, Аутоматизација
Научно поље	Техничко-технолошке науке
Ужа научна област	Електротехничко и рачунарско инжењерство

Одрицање одговорности

У овом раду су представљени исходи истраживања добијени обрадом података насталих током спровођења наставне на студијским програмима на основним академским студијама на Универзитету Сингидунум. Сва изнета мишљења и ставови који су у раду представљени су ауторови и не морају да представљају званичне ставове Универзитета Сингидунум.

Abstract

The continuation of culture defines society. However, society is built by improving and advancing culture and knowledge. Education is the means of improving society. An integral and important part of education is the assessment of learned knowledge and gained practical skills. Of all natural and technical sciences, computer science often uses assessments to determine and evaluate the level of the students' practical skills. Education utilizes various assessment methods. Efforts to improve these methods aim to achieve accurate and objective assessment. The literature reports deprecated methods, as well as those still in use. Among them, the most common are closed question type tests and practical work reviews and assessments. Tests are useful for determining the level of knowledge. On the other hand, reviewing practical works is useful for determining the level of practical skills. Both methods can be performed manually or automatically. Automated methods require setups such that it is possible to perform them without the participation of examiners.

Based on professional experience, manual student assessment is difficult to do with the required level of neutrality and accuracy, regardless of the method. As a result, it is advisable to use automated assessments. However, applying these methods for determining both the level of learned knowledge and the level of gained practical skills is challenging, because these methods are incompatible for both use cases. In the literature review, this paper explores the most common problems.

The paper focuses on finding a way to provide an accurate and objective method for the assessment of the practical skills of students in a subject that involves programming. Over the four years covered by the study, two generations of students were tested with these two own solutions. One method uses an electronic multichoice test to assess student's knowledge, while the other analyses the correctness of the student's practical work.

This paper gives answers to several research questions. These answers are found by examining the data gathered using these two methods to assess. The research used quantitative and qualitative methods to analyse collected data. Also, the paper covers case studies of assessment methods used to perform these assessments and collect data from the period covered by this research. Case studies elaborate on the presented assessment tools.

The paper explores the possibility of developing a tool that can replace the teacher in the role of examiner by automating the review and evaluation of practical works; comparing the similarity of assessment results from both assessment methods; on the usefulness of using tests to determine the level of practical skills; and on the possibility of providing an objective assessment, without the influence of examiners. The paper has discussions of analysed data and research conclusions.

This study proposes a way to objectively and accurately assess the level of practical skills in subjects in the field of computer science that involve programming, at the bachelor academic level. Solutions for achieving this goal are presented. Aside from the scientific, this research also has a practical contribution.

Keywords	Education, Assessment, Programming, Automation
Scientific field	Technical and technological sciences
Narrow scientific field	Electrical and computer engineering

Disclaimer

This paper describes research results obtained by processing data collected during the author's work as a teacher at Singidunum University's bachelor study programme courses. All views and opinions voiced in this paper are those of the author and do not necessarily represent the views of Singidunum University.

Résumé

Le développement de la culture définit une société qui se construit en améliorant et en faisant progresser la culture même et les connaissances. L'éducation est le moyen d'améliorer la société. L'évaluation des connaissances et des compétences pratiques acquises fait partie intégrante et importante de l'éducation. Dans les études universitaires, dans les domaines des sciences naturelles et technico-technologiques, notamment en informatique, les tests de connaissances sont largement axés sur la détermination et l'évaluation du niveau de compétences pratiques acquises des étudiants. Diverses procédures d'évaluation de connaissances ont été introduites dans l'éducation. Le but de toute amélioration de ces procédures est d'obtenir une évaluation précise, objective et impartiale. La littérature décrit des méthodes qui ont été utilisées auparavant, ainsi que celles qui sont encore utilisées. Parmi elles, les plus courantes sont celles qui comptent sur les tests et celles qui comptent sur le contrôle des réponses des devoirs pratiques. L'avantage des tests est de déterminer le niveau de connaissances acquises, tandis que l'avantage du contrôle des devoirs pratiques est de déterminer le niveau de compétences pratiques acquises. Pour les deux approches, il existe des procédures d'évaluation manuelles et automatisées qui reposent sur des tests et des devoirs pratiques afin qu'il soit possible de mener facilement une procédure d'évaluation automatisée sans la participation d'examineurs.

L'expérience professionnelle a montré qu'il est difficile d'assurer le niveau requis d'impartialité et de précision dans l'évaluation manuelle des étudiants en utilisant l'une ou l'autre de ces deux approches. Par conséquent, l'utilisation de procédures automatisées est recommandée. Cependant, lorsqu'il faut déterminer à la fois le niveau des connaissances et des compétences pratiques acquises, il y a des difficultés à appliquer ces deux approches qui ne sont pas adaptées dans ces deux cas. Dans la revue de la littérature, cette thèse explore les défis les plus courants posés par l'application de ces deux approches.

La recherche présentée dans cette étude vise à trouver un moyen d'accomplir une évaluation impartiale et précise du niveau de compétences pratiques des étudiants dans la matière où l'écriture du code de programme figure. Deux solutions propres ont été appliquées et utilisées pour évaluer deux générations d'étudiants au cours de la recherche des quatre années. Une méthode repose sur l'utilisation d'un test électronique comme procédure de vérification des connaissances des étudiants, tandis que l'autre repose sur l'utilisation d'un programme de correction automatisée des devoirs pratiques des étudiants.

En recherchant les données recueillies à l'aide de ces deux méthodes d'évaluation, on a tenté de donner des réponses à plusieurs questions de recherche. Pour analyser des données, les méthodes quantitatives et qualitatives ont été appliquées, ainsi que la méthodologie de l'étude de cas, qui comprend l'élaboration de deux solutions propres présentées et utilisées pour l'évaluation au cours de la période couverte par la recherche.

Réponses à plusieurs questions sont trouvées : la possibilité de développer un propre outil d'automatisation du contrôle et de l'évaluation des réponses des étudiants qui pourrait remplacer complètement l'enseignant dans le rôle d'examineur ; la vérification de la conformité des résultats de l'évaluation des étudiants en appliquant les deux approches mentionnées à l'évaluation automatisée ; l'utilisabilité du test électronique pour déterminer le niveau de compétences pratiques acquises; ainsi que la possibilité d'assurer une évaluation impartiale des étudiants sans l'influence des examinateurs. La thèse contient une discussion des résultats du traitement de données et des conclusions de la recherche effectuée.

Cette étude a montré la possibilité de déterminer et d'évaluer le niveau de compétences pratiques acquises des étudiants au premier cycle universitaire dans le domaine de l'informatique, où une grande importance est accordée à l'écriture du code de programme. Des solutions pour atteindre cet objectif sont clairement présentées. Outre scientifique, cette recherche confirme également une contribution pratique.

Mots-clés	Éducation, évaluation, programmation, automatisation
Domaine scientifique	Sciences techniques et technologiques
Domaine scientifique étroit	Génie électrique et informatique

Clause de non-responsabilité

Cette thèse présente les résultats de la recherche obtenus en traitant les données recueillies au cours du travail de l'auteur en tant qu'enseignant aux programmes universitaires de premier cycle à l'Université Singidunum. Tous les points de vue et opinions exprimés dans cette étude sont ceux de l'auteur et ne représentent pas nécessairement les points de vue de l'Université Singidunum.

Όλοι οι άνθρωποι από τη φύση τους επιθυμούν την γνώση.

~ Αριστοτέλης

Људи по природи теже знању.

~ Аристотел

Садржај

1	Увод.....	1
1.1	Општа разматрања.....	1
1.2	Искуства и меродавности аутора.....	2
1.3	Садржина истраживања и претпоставке.....	3
1.3.1	Претпоставке.....	4
1.3.2	Хипотезе.....	4
1.3.3	Истраживачка питања.....	5
1.4	Циљ истраживања.....	6
1.5	Прикупљање података.....	6
1.5.1	Извори података.....	7
1.5.2	Сређивања података.....	8
1.5.3	Припрема података.....	8
1.6	Преглед литературе.....	9
1.7	Научни поступци примењени у истраживању.....	11
1.7.1	Студија случаја.....	12
1.7.2	Бројчана обрада узорака.....	12
1.7.3	Вредносно рашчлањавање.....	12
1.7.4	Својствено рашчлањавање.....	13
1.8	Састав рада.....	14
2	Образовање у области рачунарства.....	15
2.1	Историја образовања у области рачунарства.....	15
2.1.1	Рано раздобље - пре Интернета.....	16
2.1.2	Савремено раздобље - после Интернета.....	17
2.2	Начини образовања у области рачунарства.....	18
2.2.1	Самостално учење.....	18
2.2.2	Вођено учење - менторство.....	19
2.2.3	Учење у тиму - сарадња.....	19
3	Наставна средства.....	22
3.1	Наставна средства и помагала првог реда.....	22
3.2	Физичка и виртуална наставна средства.....	23
3.3	Наставна средства за вођено учење.....	23
3.4	Наставна средства за отворено учење.....	24
3.5	Извори уређеног знања – документација.....	25
3.6	Материјали произведени у оквиру Интернет заједнице.....	26
3.7	Видео материјали.....	27
4	Оцењивање и провера знања.....	29
4.1	Провера знања у области рачунарства.....	30
4.1.1	Решење састављеног теста.....	31
4.1.2	Решење радног задатка.....	31
4.1.3	Израда решења сложеног задатка.....	32
4.2	Обезбеђивање непристрасног оцењивања.....	33
4.3	Ручно оцењивање решења.....	33
4.4	Аутоматизовано оцењивање решења.....	34
4.5	Вредновање делимичних решења.....	35
4.6	Разматрање утицаја аутоматизације.....	36

5	Софтверска решења за проверу знања.....	38
5.1	Решења заснована на веб технологијама.....	38
5.1.1	Веб технологије.....	38
5.1.2	Решења заснована на веб технологијама.....	40
5.2	Програми за аутоматизовано електронско тестирање.....	41
5.3	Програми за аутоматизовано прегледање радова.....	44
5.4	Начини отпремања решења радних задатака.....	47
6	Студије случаја сопствених решења.....	49
6.1	Решење за аутоматско прегледање електронског теста.....	49
6.1.1	Развој сопственог решења.....	50
6.1.2	Приказ рада програма за електронско тестирање.....	57
6.1.3	Испуњење потреба.....	72
6.1.4	Предности и мане.....	72
6.2	Решење за аутоматизовано прегледање решења задатка.....	75
6.2.1	Развој програма за аутоматизовано прегледање радних задатака.....	75
6.2.2	Састављање поставке радног задатка.....	76
6.2.3	Рад програма за аутоматизовано прегледање решења задатка.....	85
6.2.4	Испуњење потреба.....	87
6.2.5	Предности и мане.....	88
7	Обрада прикупљених података.....	91
7.1	Допремање података.....	91
7.1.1	Оцене из решења за електронско тестирање.....	92
7.1.2	Оцене из решења за аутоматизовано прегледање радних задатака.....	92
7.2	Сређивање података.....	93
7.3	Рашчлањавање исхода оцењивања.....	93
7.3.1	Вредносно рашчлањавање.....	94
7.3.2	Својствено рашчлањавање.....	104
8	Расправа о исходима истраживања.....	106
9	Закључак.....	110
9.1	Сажетак доприноса.....	111
9.2	Ограничења истраживања.....	112
9.3	Даља истраживања.....	114
	Одговори на истраживачка питања.....	115
	Библиографске референце.....	116
	Табеле.....	I
	Попис слика.....	X
	Прилози.....	XI
	О аутору.....	XIII
	Изјава о ауторству докторске дисертације.....	XV
	Изјава о коришћењу.....	XVI
	Изјава о истоветности штампане и електронске верзије рада.....	XVII

1 Увод

1.1 Општа разматрања

Један од носећих стубова за наставак културе и напредак савременог друштва је образовање. На основним академским студијама у Републици Србији, ток наставе је декларативно усклађен са Болоњском декларацијом [1, 2]. Болоњска декларација, између осталог, предвиђа непрекидно учење и усавршавање знања и радних вештина [3, 4]. Саставни део образовања је и провера знања, било да је посредна или непосредна [5], којом се утврђује до ког степена је студент усвојио знања и стекао радне вештине које су током наставе обрађиване [6]. Успешно усвајање знања и стицање радних вештина које може да употреби, важне су за студента, али и за установу, која издавањем сведочанства или дипломе треба да потврди да студент поседује потребна знања и да је стекао неопходне радне вештине. Из тог разлога је важно да поступак провере знања и стечених радних вештина студената буде непристрасан и јасан. Ово се односи, како на проверу степена усвојених знања, тако и на проверу степена стечених радних вештина, на стручним предметима. Важно је да утврђивање степена до којег су усвојена знања и до којег су стечене радне вештине буде и дејствено, како не би оптерећивале ни институције, ни наставнике ни студенте. Потребно је студентима обезбедити што бржи наставак студирања и осигурати непрекидно учење и усавршавање, што је у складу са препорукама Болоњске декларације.

У овом раду је показано да је традиционалним поступцима провере знања, које у целисти спроводи наставник, од састављања радног задатка, па све до прегледања решења задатака које спроводи ручно, тешко остварити проверу знања студента која је уједно брза и дејствена, али и тачна, непристрасна и јасна. У таквом поступку провере знања, ограничавајући чинилац је наставник. Чак и када се уклоне питање пристрасности особе која спроводи оцењивање радова, за то оцењивање је неопходно време да би се приступило поступном и тачном прегледању решења радних задатака којима се проверавају усвојена знања и стечене радне вештине. Осим неопходног времена, за које може да се сматра да је дуго, зависно од обима задатка и делова јединица градива за које се врши провера, током поступка, могуће су и ненамерне грешке. Од свих чинилаца, најзначајнији утицај имају време потребно за спровођење оцењивања радова, као и могућност настанка ненамерних грешака. Чиниоце као што су непристрасност у оцењивању и прављење намерних грешака, које могу бити на штету или у корист студента, тј. пристрасно оцењивање, је неопходно у потпуности уклонити из провере знања.

Личне способности да се наставник постави у улогу испитивача су важне. Међутим, како сви чиниоци који су наведени произилазе као ограничења наставника у улози испитивача, доноси се закључак да је неопходно из поступка провере знања студената поништити људски чинилац, тј. наставника. Ово је могуће уредити тако што би се поступак у потпуности аутоматизовао.

Иако је аутоматизација поступка оцењивања сложен поступак, како са техничког, тако и са педагошког становишта, аутоматизација поступка оцењивања је у неким областима једноставнија, а у некима сложенија за успешно спровођење [7]. У овом раду, представљен је поступак провере знања стечених радних вештина, као и развој софтверског решења које омогућава спровођење овог поступка на брз и непристрасан начин. Осим тога, у реду је приказан традиционални поступак провере усвојених знања коришћењем теста са понуђеним једним или више одговора, који се, у циљу уклањања раније наведених непожељних чинилаца у оцењивању, спроводи у потпуности аутоматизовано. Упоредивање исхода примене оба поступка за оцењивање истог градива је извршена и представљене су предности и мане, као и исходи бројчаних и својствених обрада исхода примене ова два поступка.

1.2 Искуства и меродавности аутора

Аутор се у писању овог рада ослања на вишегодишње искуство, како у области развоја софтвера и информационих технологија, тако и у области високошколског образовања. У тренутку писања рада, поседује више од осамнаест година искуства у развоју софтвера, од времена раног аматерског рада, па све до времена стручног ангажовања у области развоја софтвера, у којем је до сада провео више од дванаест година. Као сарадник у настави, а касније и као асистент на факултету, учествовао је у спровођењу вежби на основним академским студијама на предметима из области основа методологије програмирања, начела објектно оријентисаног програмирања, функционалног програмирања, релационих база података, развоја програма за мобилне уређаје, развоја портала заснованих на веб технологијама у оквиру практикума, тестирања софтвера и употребе оперативних система, са акцентом на ГНУ/Линукс (енгл. *GNU/Linux*) дистрибуције оперативних система.

У свом портфолију, аутор потписује велики број пројеката развоја софтвера, међу којима двадесет веб портала, преко шездесет веб сајтова, десет Интернет и интранет портала за унутрашње потребе предузећа у којима је радио, осам програма за мобилне уређаје, више од двадесет модула за разне информационе системе и апликативни софтвер за пословне намене, велики број скрипти за аутоматизацију послова, као и велики број програмских решења, развијених у разне намене током своје каријере, која нису забележена.

До сада је као сарадник у настави и асистент, био задужен за обучавање преко шест стотина студената на четири информатичка и електротехничка смера на основним академским студијама при два интегрисана факултета на Универзитету Сингидунум, али и ученика средњих школа кроз програме стручне праксе и обуке за рад у наменским софтверским алатима, као и кроз програме менторства студентима волонтерима у Рачунарском центру Универзитета Сингидунум. У тренутку писања рада је у области образовања био ангажован осам година. Током овог ангажовања, радио је и у области развоја софтвера, које је обављао истовремено, у истој установи, а бавио се и научно-истраживачким радом.

Аутор је, током свог научно-истраживачког рада, учествовао у истраживањима и писању радова представљених на научним скуповима и објављених у зборницама радова, као и оних објављених у научним часописима од националног и међународног значаја. Као асистент, учествовао је у писању поглавља за области рашчлањавања пројектног захтева и моделовања релационих база података, као и овладавања упитним језиком (енгл. акроним *SQL*), на примеру примене тог језика у систему за управљање релационим базама података *MySQL*. Поглавље је објављено у уџбенику "Безе података" у издању Универзитета Сингидунум, из 2018. године.

Још као асистент на наведеним предметима, аутор је био задужен за састављање задатака за рад, припрему образаца и смерница за непристрасно оцењивање исхода тих радова, као и за састављање питања за електронско тестирање по моделу питања са понуђеним једним или више тачних одговора затвореног типа, са ограниченим временом за рад теста.

Своје обавезе у раду као наставник је проширио и улогом испитивача. Осим састављања питања и поставки задатака за рад, аутор је био задужен за прегледање и оцењивање решења радних задатака студената, у складу са припремљеним обрасцима и смерницама за непристрасно оцењивање. Након вишегодишњег искуства, установио је правилности и обрасце, те је осмислио поступак за аутоматизовано прегледање радова. Овај поступак је применио на предмету који се бави обуком за управљање разним дистрибуцијама ГНУ/Линукс (*GNU/Linux*) оперативних система у конзолном окружењу.

Експериментално је усавршавао програмска решења која су олакшавала и аутоматизовала поступак прегледања и оцењивања радова студената. Овај поступак је осмишљен са циљем олакшавања прегледања радова, али и у циљу обезбеђивања непристрасног оцењивања свих радова, према истим мерилима. Исто програмско решење је проширио могућношћу за аутоматизовано састављање поставки радних задатака за овај предмет, као и обрасца за спровођење аутоматизованог прегледања решења радних задатака. Ово програмско решење је једно од два која су предмет студије случаја истраживања које је аутор осмислио и спроводио у трајању од четири школске године током својих докторских студија.

1.3 Садржина истраживања и претпоставке

Закључци овог рада су донети на основу истраживања које је спроведено на основним академским студијама на Универзитету Сингидунум, за време ауторовог ангажовања на вежбама из предмета на факултетима Универзитета. Коришћене су обезличене оцене радова студената са четири смера из области информатике и електротехнике. Истраживање обухвата оцене радова студената у временском распону од четири године. Истраживање је спроведено у смислу утврђивања степена стечених радних вештина, пре него усвојених теоријских знања. Коришћени су исходи оцењивања радова из предмета у области управљања ГНУ/Линукс (*GNU/Linux*) системом из конзолног окружења.

1.3.1 Претпоставке

Аутор је поставио полазне претпоставке за истраживање. Полазна претпоставка је била да већина студената није имала раније искуство у раду са текстуалним окружењима за управљање оперативним системима задавањем наредби. Према томе, истраживање ће се водити претпоставком да:

(1) Може да се сматра да све групе студената, чија решења радова се користе у истраживању, јесу истоветне у погледу предзнања из области које су предмет провере стечених радних вештина након наставе.

Експериментална обрада података је спроведена у циљу припреме и састављања оквира овог истраживања. Дати су обрађени подаци о исходима ранијих оцењивања колоквијумских и испитних радова. Ови подаци су доступни у архиви оцена студената Универзитета Сингидунум за претходно временско раздобље. Обрадом тих података је утврђено да су студенти који су редовно похађали наставу, а посебно они који су редовно пратили вежбе на предмету, постигли бољи успех од осталих студената, без обзира на то да ли је коришћен поступак оцењивања електронским тестом или решавањем радних задатака. На основу тога се може закључити да студенти који редовно прате вежбе лакше успевају да владају радним вештинама. Према томе, усвојена је претпоставка да:

(2) Не треба узети у обзир исходе оцењивања радних задатака студената који нису редовно пратили вежбе.

Евиденцијом у исходе више узастопних полагања колоквијума и испита, у току припремних истраживања за овај рад, на основу поређења оцена испитних задатака, утврђено је да студенти који више пута излазе на испите, остварују све бољи успех. С обзиром на то да се испитни рокови спроводе непосредно по завршетку наставе, може се закључити да је знање показано у првом року у којем студенти раде задатак прави степен стечених вештина који се узима као почетан. Иста тврдња важи и за полагање радног задатка на другом колоквијуму, који обухвата градиво обрађено непосредно недељу дана пре одржавања другог колоквијума. Према томе, усвојена је трећа претпоставка да:

(3) Треба узети у обзир само решење из првог рока у којем је студент решавао електронски тест или радни задатак.

Изнетим претпоставкама се водило истраживање које је изложено у овом раду и чији исходи су представљени.

1.3.2 Хипотезе

Научно истраживачки рад има за циљ да провери хипотезе које произилазе из описаног проблема из увода предложеног истраживачког рада:

(I) Могуће је обезбедити проверу и оцењивање степена стечених радних вештина студената аутоматизованим поступком.

(II) Могуће је електронским тестом утврдити степен стечених радних вештина студената.

(III) Употреба електронског теста је подједнако тачна приликом утврђивања степена стечених радних вештина као и решавање радних задатака.

(IV) Употреба алата за аутоматизовано оцењивање решења радних задатака обезбеђује већу тачност исхода оцењивања и непристрасност оцењивања решења студентских радова.

(V) Могуће је развити сопствено софтверско решење за аутоматизовану проверу и оцену степена стечених радних вештина.

1.3.3 Истраживачка питања

Како би се приказане хипотезе провериле, кроз научно истраживачки пројекат ће се тражити одговори на одређена истраживачка питања. Хипотезе овог научно истраживачког рада треба недвосмислено потврдити или оповргнути истраживачким питањима. Приликом провере наведених хипотеза треба уважити истакнуте претпоставке.

За проверу хипотеза **(I)** и **(V)**, задата су следећа истраживачка питања:

(A) Да ли је могуће развити алат за аутоматизовано прегледање и оцењивање решења радних задатака студената?

(B) Да ли су исходи оцењивања решења радних задатака алатом за аутоматизовано прегледање и оцењивање у сагласности са исходима ручног оцењивања решења радних задатака, по установљеном обрасцу?

За проверу хипотезе **(II)**, предлаже се следеће истраживачко питање:

(B) Да ли је могуће саставити питања за електронски тест тако да се њима може вршити провера степена усвојених знања и степена стечених радних вештина из делова предмета који обухватају области радних вештина?

За проверу хипотезе **(III)**, предлаже се следеће истраживачко питање:

(Г) Да ли су исходи оцењивања електронским тестом, оних делова предмета који обухватају области радних вештина, у сагласности за исходима оцењивања истих делова предмета решавањем радних задатака?

За проверу хипотезе **(IV)**, предлаже се следеће истраживачко питање:

(Д) Да ли се употребом поступка аутоматизованог оцењивања обезбеђује непристрасно оцењивање?

У циљу провере постављених хипотеза **(I)**, **(II)**, **(III)** и **(IV)**, за налажење одговора на задата истраживачка питања **(A)**, **(B)**, **(B)**, **(Г)** и **(Д)**, предлаже се коришћење научних поступака приказаних у посебном поглављу.

Истраживање не обухвата проверу и оцењивање степена усвојеног знања, већ искључиво степена стечених радних вештина студената.

1.4 Циљ истраживања

На основу прегледа литературе, али и на искуству аутора које је раније представљено, настала је потреба да се научно истраже исходи примене решења за аутоматизовано оцењивање радова студената. Као што је у претходном поглављу наведено, аутор је, у циљу обезбеђивања непристрасне провере знања студента, осмислио поступак за аутоматизовано оцењивање студентских радова. Развио је софтверско решење које је обављало поступак прегледања радова и на тај начин је спроводио оцењивање радова у раздобљу од две школске године. Исоходе оцењивања студентских радова у том раздобљу је поредио са исходима провере знања студената који су тестирани коришћењем поступка аутоматизованог оцењивања радова решаваних у виду електронског теста са питањима затвореног типа, са понуђеним једним или више тачних одговора, које је спровођено током још две школске године. Циљ истраживања представљеног у овом раду је да се установе предности и мане два поменута поступка провере знања студената и да се установи и представе особине и могућности тих поступака. Истраживање обрађује, како исходе оцењивања, тако и средства потребна за спровођење провере знања студената коришћењем ових поступака. Коначни циљ овог рада је да се представе предлози и смернице за превазилажење препрека у спровођењу непристрасне и, поврх свега, тачне провере знања студената. Као могућа решења, биће представљена два различита поступка аутоматизованог оцењивања, који искључују предавача из улоге испитивача задуженог да оцењује студентске радове, под претпоставком да се на тај начин обезбеђује непристрасност у поступку оцењивања, а самим тим се даје јаснија слика о успеху студената и њима обезбеђује тачна провера усвојеног знања приказаног решавањем тестова или радних задатака. Истраживање обухвата постојећа решења која се баве аутоматизованим прегледањем и оцењивањем решења студентских радова, упоређује их и представља студије случаја два сопствена решења која решавају две кључне стране у поступцима провере знања и оцењивања, и то:

- Проверу степена усвојеног знања; и
- Проверу степена стечених радних вештина.

1.5 Прикупљање података

За потребе поређења два различита поступка провере степена стечених радних вештина, која су обрађена у овом истраживању, било је потребно допремити оцене провера степена стечених радних вештина добијених коришћењем оба поступка. Због заштите података о личности студената, прикупљене податке је било потребно обезличити пре употребе и приказивања.

1.5.1 Извори података

Сви исходи оцењивања колоквијума и испита на Универзитету Сингидунум се редовно објављују на порталу Страница предмета након колоквијума и испита. Подаци су јавно доступни и може им приступити свако, без пријаве на портал, у складу са ставом 8. члана 5. из одељка о обавезама и одговорностима наставника, приписаних Правилником о правилима и организацији на основним академским студијама Универзитета Сингидунум [8]. Исходи оцењивања колоквијума и испита се објављују у различитим облицима, који се разликују од предмета до предмета. У већини случајева, подаци су објављени у табеларном облику у оквиру преносивих докумената (*PDF*) или у облику радне свеске програма за табеларна израчунавања Ексел (енгл. *Excel*). У ретким случајевима, оцене испита и колоквијума су објављени као табеларно обликовани текстуални запис, непосредно у објави на страници предмета на порталу. У том случају, оцене су кодиране језиком за означавање чинилаца веб странице (*HTML*). Издвајање података из *HTML* кода са странице предмета је обављено копирањем, а издвојени подаци су проверени и ручно, са циљем обезбеђивања тачности. Провера је извршена неколико пута, како би се смањила вероватноћа грешке.

Прикупљање података је извршено за предмет на којем је спроведена употреба два различита поступка провере степена стечених радних вештина. Сви подаци о исходима оцењивања су прикупљени ручно, из објава са странице предмета [8] и подељени су према томе у ком испитном року су објављени, односно у ком термину су студенти те поене стекли.

С обзиром на то да је било неопходно ускладити податке који се користе у истраживању са ограничењима које произилазе из претпоставке (2) прописане у оквиру поглавља које описује садржину истраживања, било је неопходно додати податке о студентима који су редовно пратили вежбе на предмету.

Како је подела бодова на основу којих се рачуна оцена прописана на целом Универзитету за све предмете, познато је да студенти стичу бодове за праћење предавања и вежби. Студент који прати све вежбе, стиче пет бодова који су предвиђени за праћење вежби. Подаци о броју бодова се објављују на крају семестра, након последње наставне недеље и обухватају број бодова стечених по основу праћења предавања, број бодова стечених по основу праћења вежби, број бодова са првог колоквијума и број бодова са другог колоквијума. Према томе, из забележених исхода оцењивања, могуће је утврдити који студенти су пратили најмање дванаест од укупно тринаест часова, на основу укупног броја бодова.

С обзиром на то да се бројеви бодова најчешће заокружују природним заокруживањем на цео број, могуће је утврдити који студенти су пратили најмање дванаест од тринаест часова вежби тако што се узимају у обзир само они студенти који имају највећи број бодова (пет). У току семестра, одржава се укупно тринаест часова вежби. Највећи број бодова је пет. Према томе, за праћење једног часа вежби, стиче се 0,39 бодова. За праћење једанаест часова вежби, студент стиче четири од пет бодова.

1.5.2 Сређивања података

С обзиром на то да су подаци са оценама испита допремљени са странице предмета у различитим облицима, неопходно је било да се изврши сређивање и да се сви подаци сведу у јединствени облик који би могао да буде употребљен у даљој обради. Облик који је одабран за чување и даљу обраду улазних података истраживања је облик радне свеске програма за табеларна израчунавања Ексел (енгл. *Excel*). Подаци из објављених докумената са исходима оцењивања, који су одабрани, су школска година, редни број испитног рока у школској години, број индекса студента и број бодова које је студент остварио на испиту.

Подаци о броју бодова који су студенти стекли на основу редовног праћења вежби су, за потребе даље обраде, такође сачувани у облику Ексел датотеке. Задржани су подаци о школској години и броју индекса студента. Број бодова није био неопходан, јер су узети у обзир само студенти који су остварили највећи број бодова (пет), што је у складу са претпоставком (2).

1.5.3 Припрема података

Након што су подаци допремљени и сређени о оценама степена стечених радних вештина и о томе који студенти су редовно пратили вежбе, било је потребно припремити само податке који одговарају пресеку та два скупа, спарених на основу броја индекса и разврстаним по школској години када су стечени.

Узете су у обзир само оне оцене решења радова студената који су редовно пратили вежбе, тј. само они записи из табеле података исхода оцењивања тих радова, где се налази број индекса студента који постоји у табели студената који су редовно пратили вежбе, као што је објашњено у претходном одељку.

Након пречишћавања података, било је потребно обезличити све ове податке. Обезличавање је извршено заменом бројева индекса произвољним јединственим целим бројевима. Цели бројеви су додељивани насумично за сваки број индекса, тако да се за сваки поновљени број индекса додели истоветан, насумично одређени цео број. Насумично одабрани цели бројеви се не понављају никада. Овиме се спречава придруживање података о исходима оцењивања једног студента другом. Након што је сваки број индекса у целокупном скупу података замењен насумично одређеним целим бројем, сви бројеви индекса су трајно уклоњени из скупова података. Такође, трајно је обрисана и привремена табела која је коришћена да се води рачуна о томе који број је додељен уместо којег броја индекса, да би се спречило понављање. На овај начин је обезбеђено да више не буде могуће вратити бројеве индекса на првобитна места у изворним подацима којима су припадали.

Бројеви бодова исхода оцењивања решења електронских тестова и решења радних задатака припадају скупу целих бројева у опсегу од 0 до 30. Ове изворне вредности су задржане у непромењеном облику у скуповима података који су у раду обрађивани и приказани у табелама у прилозима.

1.6 Преглед литературе

Прегледом литературе одређена је полазна тачка у унапређењу успеха до сада објављених истраживања која се баве задатком аутоматизоване провере знања у образовању, а посебно са освртом на област рачунарства и информационих технологија. У овом поглављу су приказана сазнања о изазовима са којима су се истраживачи и стручњаци сусретали, као и неки поступци које су користили да превазиђу те изазове. Такође, дати су преглед и опис начина примене посебних решења која су они користили у својим истраживањима, са освртом на основне закључке њихових истраживања.

Једно спроведено истраживање [9] је показало да се у скоро три четвртине (74%) случајева, за оцењивање решења рада студената у области рачунарства, користи приступ решавањем радног задатка, а сви остали начини у мањој мери. У сродним истраживањима [10, 11], испитаници су истакли да су радови чијим оцењивањем је утврђиван успех студената достављани како лично, тако и електронским путем. Међутим, ови радови су најчешће достављани електронским путем наставницима и испитивачима. Упркос томе што су радови били доступни у електронском облику, у највећем броју случајева, оцењивани су ручно. У већини случајева, испитаници су истакли да су поступци аутоматског оцењивања радова коришћене искључиво за једноставне радне задатке, као и за тестове са понуђеним одговорима, код којих је аутоматизовано оцењивање било могуће спровести без великог броја препрека. Наведена истраживања дају преглед различитих поступака и примена алата за аутоматизовано оцењивање радова из области програмирања рачунара.

Програмирање рачунара спада у области рачунарства и информационих технологија и једно је од обавезних у оквиру студијских програма из ових области. Задаци из ове области су радни и захтевају више времена и ангажовања наставника, како у оцењивању, тако и у давању предлога за даљи рад, усавршавање знања и учење у циљу побољшања вештина у овој области. Посебно је примећено да наставници троше значајно време да саставе целе поставке радних задатка пред сваки испитни рок. Овај посао раде ручно.

У програмирању, студенти коришћењем градивних чинилаца и особина програмског језика састављају алгоритам који изражавају програмским кодом са циљем да аутоматизују решавање познатих поступака. Аутоматизована решења, иако обезбеђују уштеду времена због своје брзине, најчешће не узимају у обзир различите приступе у решавању задатака и због тога неједнако вреднују различита решења, чак и када дају тачне исходе – како у смислу деловања, тако и у смислу тачности самог решења радног задатка. Ово утиче на тачност оцењивања, а код студената ствара утисак пристрасног приступа оцењивању њихових радова. Исходи овог истраживања у великој мери помажу да се утврде честе потешкоће са којима се студенти сусрећу, али и изазове на које наилазе наставници који развијају и стављају у употребу алате за аутоматско оцењивање радова, јер изазови у области програмирања одговарају изазовима у области предмета студије случаја овог рада.

На предмету "Оперативни системи", којим се бави студија случаја овог рада, студенти уче коришћење конзолног интерфејса једне дистрибуције ГНУ/Линукс (*GNU/Linux*) оперативног система, са циљем аутоматизације појединих поступка. Кроз свој рад, студенти пишу кодове на језицима за писање програма и скрипти које се извршавају (уз превођење или тумачењем) и на тај начин решавају одређене задатке. Ови кодови представљају решења студентских радова које наставници затим прегледају. Примена поступака, препорука и поступака представљених у овом истраживању се непосредно могу пресликати и применити на задатак аутоматизованог оцењивања радова са циљем провере знања, с обзиром на то да способност примене радне вештине засноване на неком знању, подразумева да је то знање усвојено.

Најчешћи приступ за оцењивање решења радних задатака у овој области је провера исправности решења, док се за проверу степена усвојених знања користе тестови [12]. Предложена решења су сагласна са решењем развијеним у алату представљеном у студији случаја обрађеној кроз овај рад, а посебно са смерницом да поступак оцењивања мора да буде непристрасан. Поступак који се користи подразумева да је унапред познат исход рада целог програма или његовог дела. Ова утврдива природа омогућава да се студентско решење аутоматизовано изврши за више различитих скупова улазних вредности и да се исходи упореде са очекиваним исходима за одређени задатак.

Код овог приступа, неопходно је да решење задатка или његових појединачних делова, чији исходи могу са сигурношћу да се знају, буде доступно алату за аутоматизовано оцењивање, заједно са скуповима унапред одређених улазних и очекиваних излазних вредности. Скупови улазних и очекиваних излаза вредности могу да буду ручно одређени за посебан задатак или могу да буду одређени аутоматски коришћењем помоћних алата који учествују као подршка првом, за стварање обрасца за упоређивање исхода.

Осим тестирања деловања, у наведеном истраживању је представљен још један поступак аутоматизованог оцењивања рада који се у потпуности слаже са потребама, али и начиним на који је развијен део алата за аутоматизовано оцењивање решења представљеног у студији случаја. Овај поступак подразумева статично рашчлањавање самог кода решења. Већ је утврђено да и у области програмирања, којим се бави наведено истраживање и у предмету студије случаја, радови студената јесу у облику изворног кода. Према томе, могућа је статичко рашчлањавање самог кода, који је достављен као студентско решење, без потребе за његовим извршавањем на рачунару.

Област у којој је поступак аутоматизоване оцене знања, прегледањем радова и тестова, у великој мери у употреби јесте учење на даљину. Учење на даљину се спроводи у установама које нуде похађање студијских програма преко Интернета. Често, ти програми обухватају учење и решавање тестова и задатака преко Интернета, преко посебних платформи развијених за потребе ове врсте спровођења образовања. У оваквим околностима, аутоматизовани поступци оцењивања знања и прегледања радова су од користи, како студентима, тако и наставницима [13]. На овај начин, студенти истог тренутка могу да добију оцену свог рада. То је за њих од велике важности, посебно у области рачунарства [14].

1.7 Научни поступци примењени у истраживању

Исходи оцењивања решења радова студената који се у истраживању користе су добијени на основу два различита начина провере степена стечених вештина. И један и други начини дају вредности оцена које су у истом опсегу и коришћени су за проверу степена стечених радних вештина. У оба случаја, провере степена стечених вештина су спровођена у својству другог, радног, колоквијума на предмету на којем се обрађује употреба дистрибуција ГНУ/Линукс оперативних система и њихово управљање у конзолном окружењу, задавањем наредби. Према томе, једину разлику чини поступак који је коришћен за оцењивање студентских радова.

Разлог за коришћење првог поступка је произишао из претпоставке да је за утврђивање степена стечених вештина неопходно да студенти примене своје стечене вештине на решавање радних задатака. За ову претпоставку постоји потврда у прегледаној литератури која је у даљем раду наведена. Овај поступак је примењен тако да врши оцењивање аутоматизовано, на основу задатка чији текст је састављен на основу унапред одређених делова који за циљ имају да провере да ли је испитаник усвојио појединачне радне вештине у управљању оперативним системом из конзолног окружења. Исходи оцењивања су доступни испитивачу, заједно са прегледом појединачних чинилаца на основу којих је израчуната коначна оцена, тј. процене постотка до којег је испитаник усвојио поједине радне вештине, на основу рада.

Међутим, накнадним и опсежнијим прегледом литературе, утврђено је да постоје потврђене претпоставке да је провера степена стечених вештина могућа и коришћењем поступка који се иначе користи за потребе провере степена усвојених знања, односно на стручним предметима из различитих области [15, 16, 17, 18]. Поступак који је у питању је тест са питањима са понуђеним одговором од којих је тачан један или више њих [19]. Овај поступак може да се употребљава под претпоставком да су питања, али и понуђени одговори, оформљени на тај начин да умање могућност коришћења приступа нагађања тачног одговора. То може да се обезбеди уклањањем очигледно нетачних одговора, у свим облицима питања и да се утврђивање степена стечене једне одређене вештине проверава помоћу више питања састављених на различите начине [20]. На тај начин би могло да се онемогући стање у којем би се, ако настане случајан избор тачног одговора, на основу само једног питања, погрешно потврдило да је испитаник показао задовољавајући степен познавања вештине у области за коју се тим питањем тестира [21], супротно запажањима описаним у [22]. Увођењем најмање два питања по вештини, умањује се могућност грешке на овај начин [19]. Даље, увођењем барем једног питања са више тачних одговора, умањује могућност случајног давања тачног одговора [23, 24]. Коначно, како би се још умањила вероватноћа случајног одабира тачног одговора и на она питања која имају само један тачан одговор међу понуђенима, та питања треба да имају већи број понуђених одговора [25].

У наставку овог поглавља је представљен увид у литературу која потврђује претпоставке које је аутор имао приликом смишљања и развоја првог поступка, али и разлоге за спровођење другог поступка оцењивања које је раније описано. Одељак наводи поступке који којима се аутор служио да потврди претпоставке, као и да обради и представи исходе свог истраживања.

1.7.1 Студија случаја

Поступак спровођења студије случаја, или испитивања, је научни поступак који је погодан за употребу онда када је оглед превише строг [26, 27]. Међутим, у овом истраживању, поступак је коришћен као допуна другим поступцима и служи да објасни исходе који не могу да се мере и представе бројчано на основу података који су за потребе овог истраживања доступни и релевантни. Овим поступком су појашњени узроци и мотивације за спровођење промена и примене описаних поступака провере степена усвојених вештина, које је извршио аутор, који је у време које обухвата студија случаја, деловао у својству предавача и испитивача. С обзиром на то да овај поступак нема јасно прописани начин прикупљања података и не ослања се на јасне логичке поступке за доношење закључака [28, p. 230, 29, pp. 68-70], он је у овом истраживању примењен да би се боље представили околности и мотивације за доношења одређених одлука које су довеле до промена чији утицај се мери другим поступцима на које се ово истраживање ослања.

1.7.2 Бројчана обрада узорака

Бројчана обрада података и бројчано приказивање исхода обраде (статистички поступак) је опште-научни поступак који је у овом истраживању коришћен да рашчлањавањем исхода оцењивања тестова за провере степена усвојених радних вештина. Ови подаци су добијени применом два различита поступка оцењивања. Бројчаном обрадом, аутор може да обезбеди математичке, бројчане и својствене потврде својих претпоставки [28, p. 160]. Иако се поступак користи у истраживањима која као предмет истраживања имају велике узорке, настале из извора који броје мноштво појединачних појава [28, p. 165], оправданост употребе овог поступка се види у томе што је број радова студената који могу да се посматрају и који су прикупљени за потребе овог истраживања реда величине више стотина.

1.7.3 Вредносно рашчлањавање

Вредносно или бројчано рашчлањавање подразумева издвајање сазнања о предмету посматрања тако да исходи овог поступка буде коначан број тачно одређених вредности које могу да буду представљене бројчано. Ове вредности могу да буду обрађене рачунски. Вредности добијене као исход ове обраде су и даље бројчане вредности. Оне су тачно одређене и представљају ново сазнање које произилази из првобитно утврђених или измерених. Оне додатно појашњавају и одређују предмет посматрања и истраживања. Нова сазнања о предмету посматрања и рашчлањавања представљају крајњи циљ свих поступака вредносних рашчлањавања која се користе у обради [28]. Поступци вредносног рашчлањавања захтевају постојање коначног скупа јединствених бројчаних вредности које се подвргавају обради.

Зависно од обухвата предмета истраживања, могуће је потпуно или делимично рашчлањавање чинилаца предмета, његових својстава, унутрашњих и спољашњих односа и деловања предмета. Ако се приступа потпуном рашчлањују особина предмета, узимају се у обзир све особине за све време трајања предмета обраде. Делимичним рашчлањивањем се долази до одређења да се прихвате уже врсте својстава предмета које треба посматрати и обрадити поступцима које ова врста рашчлањавања ставља на располагање. Вредносно рашчлањавање се дели на рашчлањавање садржаја, састава, деловања, порекла и чинилаца [30]. Осим тих, постоје посебна рашчлањавања која се ослањају на поређење, у циљу утврђивања сличности и разлика особина предмета, али и рашчлањавање правилности које владају у односу на предмет истраживања и законитости његовог постојања [31, pp. 124-154].

1.7.4 Својствено рашчлањавање

Својствено рашчлањавање омогућава утврђивање својстава које има нека појава или предмет посматрања. Исход примене овог поступка су описна својства, која могу бити у облику речи, слике, итд. Исходи који произилазе из поступка рашчлањивања предмета посматрања имају такве особине да не могу лако да се непосредно користе у поступку накнадне обраде. Ти исходи, односно својства, морају да се претворе у облик који је могуће обрадити. Својства се свде на бројчане вредности неком додатном обрадом, најчешће поступком доделе вредности из одређеног опсега или бројчаном обрадом самих својстава. Овако настају вредности које могу да се додатно обрађују или рашчлањују поступком вредносног рашчлањавања које је описано у претходном поглављу.

С обзиром на то да својствена рашчлањавања као исход често могу имати приповедне или сликовне описе, јасна је потреба да се они претворе у вредности које могу вредносним рашчлањивањем даље да се обрађују, тј. у бројчане вредности. Из исхода ове врсте обрада је потребно издвојити чиниоце у облику уређених основних врсти својстава [32], тако да могу да буду праћени, пребројани, распоређени и сакупљени у нова сазнања [28].

Исход својственог рашчлањавања може да буде и одређење предмета истраживања, донето на основу разматрања закључака о његовим основним особинама и дејствовањима. Ово одређење може да произиђе и из сазнања заснованих на искуству истраживача [33], за шта су често потребна додатна појашњења и уверења која правдају овакав поступак. Овакво поступање при састављању одређења особина предмета истраживања не могу да буду непосредно проверене и потврђене, те је неопходно поткрепити их чињеницама које могу да буду потврђене о самом предмету и његовим особинама и на основу којих је могуће донети исти закључак који представља основ на којем се заснива одређење. Те потврде се могу наћи у сродним истраживањима.

1.8 Састав рада

Остатак рада је подељен у девет поглавља, уз додатна поглавља намењена за библиографске референце, приказе табела, слика, прилога итд.

Наредних пет поглавља обухватају преглед литературе која се бави образовањем у области рачунарства; средствима за помоћ при учењу, са посебним освртом на рачунарски хардвер и софтвер као платформу и средство за помоћ при учењу и оцењивању усвојених знања и стечених вештина; изазов провере знања на предметима чији циљ јесте стицање радних вештина; питање непристрасног оцењивања радова на предметима из области рачунарства; студију случаја на предмету на којем су примењена начела образовања у области рачунарства, на којем се рачунарски хардвер и софтвер користе као основно средство за помоћ при учењу; на којем се примењују начела провере знања и оцењивања рада. У раду су описана и приказана два софтверска решења која подржавају наведена начела и на којима се заснивају студије случаја. Оба описана решења су сопствена решења која се користе на Универзитету Сингидунум, за потребе утврђивања степена усвојених знања и степена стечених радних вештина. На крају рада су представљени исходи истраживања, али и расправа исхода кроз коју су указане предности и мане приказаних решења и приступа оцењивању студентских радова. Пред крај рада су представљена разматрања ограничења овог истраживања, а рад је завршен закључком у којем је наведен сведени преглед овог истраживања и изнета су најважнија сазнања која су описана у расправи рада.

Свако поглавље је подељено у поглавља другог или трећег реда који обухватају засебне целине или мања одступања са циљем појашњења целине. Даље поделе су истакнуте обликовањем насловљених одељака текста који појашњавају посебне делове као што су слике, табеле и приказе кода.

На самом крају рада, иза потребних прилога, написан је кратак текст о аутору и приложене су и све неопходне пратеће изјаве аутора, а у вези са радом, његовим садржајем и одобреним начином употребе овог документа.

2 Образовање у области рачунарства

Од настанка првог електронског рачунара није прошао ни један век, а управо утицај тих уређаја је од пресудног значаја на свакодневни живот људи и на одвијање савременог света. У данашње време није могуће замислити модеран свет без рачунара.

Рачунари су постали састани део великог броја свакодневних активности. Само мобилни уређај у свету поседује преко 65% људи [34]. Поред тога, рачунари се налазе у великом броју уређаја које људи свакодневно користе, као што су телевизори, банкомати, аутомобили, електронски рекламни простори, касе у продавницама, апарати за наплату јавног превоза итд.

Сви ови подаци говоре у прилог томе да је рачунарска писменост већ у ово време важна способност, па је образовање у области информационих технологије и рачунарства врло важно. образовање у области рачунарства се спроводи у свим степенима образовања, од основног, преко средњег до високог образовања, а у многим случајевима почиње и знатно пре основне школе.

У овом научном раду, усредсређеност истраживања је на стручном образовању у области рачунарства на високошколским студијама. У остатку овог поглавља, дат је преглед историје образовања у области рачунарства, као и о начинима који се у њему примењују. Циљ овог поглавља је да се покаже оправданост истраживања о начинима оцене степена стечених вештина, које је један од важних делова образовног процеса, посебно у области рачунарства.

2.1 Историја образовања у области рачунарства

Рачунарство као наука је настало из потребе да се обезбеди начин за брзу обраду података кроз поступке аутоматизације помоћу програмабилних рачунара. образовање у области рачунарства се кроз историју ове области прилагођавало технологијама које су у то време претежно биле у употреби. У првим годинама рачунарства, рачунаре су и користили и програмирали инжењери и научници који су често били ангажовани у њиховој изградњи. Било је неопходно добро познавати начин рада и састава рачунара да би се он дејствено програмирао и користио на најбољи могући начин.

Са настанком програмских језика за рачунаре са програмима који су уписивани у меморију рачунара, постало је могуће образовати нове нараштаје програмера. Ови програмери и корисници нису морали да познају изградњу рачунара како би га програмирали. Поступке аутоматизације обраде података је самим тим могао да развија већи број програмера. Настанком првих личних рачунара, рачунари су постави доступни великом броју нових корисника. Корисници ових рачунара често нису умели да их програмирају и користе на напредне начине. Ослањали су се на то да користе готове софтверске алате и програме које су други написали. Временом, јавила се потреба за образовањем ове врсте корисника.

Рани кориснички интерфејси рачунара нису увек били разумљиви и природни. Првим личним рачунарима се управљало уношењем текстуалних наредби кроз конзолу (терминал) помоћу тастатуре и исходи тих наредби су приказивани на екрану повезаним са рачунаром. Тумачење и разумевање ових исхода задатих наредби је захтевало посебну обуку. Како су софтверски алати постајали сложенији и како је број функција које је рачунар могао да обави постајали све већи, јавила се потреба за опсежнијим обукама корисника.

Традиционално образовање није обухватало области употребе рачунара, а посебно не програме стицања вештине рачунарског размишљања, неопходног за решавање задатака помоћу рачунара, наредбама или писањем кода програма.

Образовање у областима изведеним из грана науке, математике, технологије и инжењерства, како у основном, тако и у средњошколском узрасту није укључивало обавезно савладавање рада на рачунару и стицање тих вештина. Информатичка писменост је увођена у основне и средње школе у свету током последње три деценије прошлог века и у првим деценијама овог столећа. Још увек није у свим државама света уведено обавезно информатичко образовање.

Међутим, опште информатичко образовање се често своди на употребу рачунара као уређаја и основног скупа најчешће коришћених софтверских алата. образовање са циљем стицања вештине рачунарског размишљања и приступа решавању задатака помоћу рачунара, уз способност поступка рашчлањавања и разматрања изазова на уопштени начин, често је заступљено у оквиру средње стручне школе или се учи на високошколским студијским програмима везаним са областима информатике и рачунарства.

2.1.1 Рано раздобље - пре Интернета

Иако су први електронски рачунари, који су настали четрдесетих година двадесетог века, били развијени делом уз помоћ универзитета и института [35], број стручњака који су активно владали потребним знањем и вештинама да их програмирају је још увек био мали. С обзиром на то да је област рада са електронским рачунарима била нова, а потреба за програмерима је врло брзо постајала све већа, убрзано су развијани начини образовања нових програмера који би усвојили потребна знања и стекли радне вештине. У разним земљама су постојали посебни програми обуке стручњака за област рачунарства и за рад са електронским рачунарима. Већина образовних програма за нове раднике и стручњаке, посебно у области програмирања, отпочела је у периоду од педесетих до седамдесетих година двадесетог века у разним земљама света, о чему сведочи више докумената [36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43]. Са напретком технологије, мењали су се приступи образовања у овој области. Рани облици и начини учења су подразумевали дуг период учења о раду самог рачунара, без могућности непосредног приступа тој технологији и рада на самом рачунару. Како су рачунару постајали јефтинији, приступачнији и распрострањенији, дошло је до промена у начинима образовања у том смислу да је било могуће раније укључити студенте у рад на рачунарским склоповима [44].

Учење кроз рад је давало боље исходе [45, 46]. Иако је било земаља које су у својим школама образовање у области употребе рачунара уводиле у оквиру основног образовања, углавном је у оквиру средњошколског образовања овај вид наставе био претежно присутан.

2.1.2 Савремено раздобље - после Интернета

Почетком осамдесетих година двадесетог века, када је све већи број корисника могао да поседује лични рачунар, препозната је потреба за увођењем образовања у области употребе рачунара у основним школама. Међутим, недостатак средстава, политичке препреке и недостатак стручног кадра упосленог у основним школама је у великој мери онемогућавао увођење овог вида наставе у свим школама. Ово је било посебно присутно у мање развијеним земљама у којима, чак и до данашњег дана, у двадесет и првом веку, настава у области употребе рачунара није заступљена у довољној мери. Свакако, све већа заступљеност личних рачунара, а посебно настанак Интернета, који се великом брзином ширио и постајао доступан све већем броју корисника, отворили су врата новим начинима наставе у области рачунарства и информационих технологија. Интернет је већ у то време био доступан као услуга и није представљао затворени систем доступан само војсци, полицији, универзитетима, институтима и државним агенцијама.

Могућност закупа Интернет саобраћаја и остваривања Интернет везе отворила је врата новим применама Интернета [47]. У почетку, Интернет се није користио као средство у образовању у основним школама. Мрежна размена података између рачунара јесте постојала пре Интернета и корисници ових мрежних система су заговарали приступ употреби рачунара са циљем отвореног и слободног ширења и пружања информација на нивоу целог света, без ограничења [48]. Употреба Интернета је била претежно заступљена у средњим школама и у високом школству, у циљу научног и другог истраживачког рада ученика и студената, посебно за проналажења литературе за писање радова. Како у раном периоду Интернета није било довољно материјала, нити начина да се сав доступан материјал лако претражи на Интернету, ученици и студенти су се и даље ослањали на физичку литературу, а Интернет су користили за претраживање пописа библиотекарске грађе како у оквирима њихове школске или универзитетске библиотеке, тако и у ширим оквирима подручја у којем су живели, нпр. на нивоу града или државе, као претрагу каталога [49, 50, 51].

Развој Интернета, услужних програма на Интернету, као и технологија приказивања и управљања Интернет порталима омогућио је побољшање и проширење врста услуга које су постале доступне корисницима Интернета. То је посебно утицало на област образовања, како у школским условима, тако и код куће [52]. Све више кућних рачунара могло је да буде повезано на Интернет. Начини повезивања на Интернет су се разликовали. Међутим, у почетку, најчешће је за приступ коришћено повезивање путем телефонске везе, тј. *Dial-Up* [53]. Средином прве деценије двадесет и првог века, број широко-појасних Интернет веза је престагао број *Dial-Up* веза [54]. То је у великом мери утицало на побољшање услуга у области образовања, али и на настанак нових начина образовања преко Интернета, посебно у области рачунарства.

2.2 Начини образовања у области рачунарства

Образовање је важан део друштва и савременог друштвеног поретка. Оно има за циљ да на основу сакупљених сазнања и искустава целог друштва из прошлости, у садашњости образује нове нараштаје, да обликује њихове личности, начине размишљања, као и да им пружи потребна знања и вештине и припреми их за будућност. Образовање је раније имало за циљ усмеравање нових нараштаја у смеру општих тумачења и мисли којима је вођена држава у којој се образовање спроводило. Овај начин тумачења улоге образовања се сматра застарелим. У савременом друштву, услед све веће повезаности и могућности тренутне размене порука, замисли и сазнања, ово одређење појма образовања све мање губи смисао.

Савремено образовање одбија то старо тумачење своје сврхе и циља. Савремено схватање образовања подразумева подређивање образовања потребама светског поретка [55, 56]. С обзиром на то да су информационе технологије област која се развија на светском нивоу, овај приступ у највећој мери одговара образовању у области информационих технологија.

2.2.1 Самостално учење

Образовање у области рачунарства и информационих технологија у почетку јесте било спровођено у оквирима универзитета, института, стручних школа и предузећа које су развијале те технологије. Међутим, како се број људи који поседују личне рачунаре повећавао и како су информационе технологије постајале доступне све већем броју корисника, вођено учење у облику у којем је спровођено раније није било доступно свима који су били заинтересовани да се у овој области образују и усавршавају. Велики број корисника рачунара, посебно у области програмирања, за себе кажу да су самоуки, иако поред тога имају званично образовање основних студија [57]. Новија истраживања показују да све већи број стручњака у овој области поседује основни или виши ниво образовања. Одређена истраживања више не истичу изјаве испитаника везане за то да ли себе сматрају самоуки [58, 59], док друга обрађују ту врсту изјаве и показују да се данас око трећина стручњака у области програмирања изјашњава да себе сматрају самоуки [60, 61].

Предности самосталног учења подразумевају слободно располагање и распоређивање свог слободног времена, учење прилагођеном брзином и обраду градива које ученика или студента занима у том тренутку [62]. Осим тога, приступ учењу је у целости личан и прилагођен сопственим потребама. То је у потпуној супротности вођеним образовним програмима, који су састављени тако да претпостављају почетни степен знања и вештина полазника.

Код већине полазника који се опредељују за самостално учење, недостаци су слични. Они подразумевају непознавање редоследа учења и насумичан приступ у обрађивању градива. Најчешћи недостаци подразумевају површно учење и погрешно разумевање основних појмова и целина [63, 62, 64, 65].

2.2.2 Вођено учење - менторство

Основа речи ментор, од које је изведен појам менторство, се може наћи у најранијим индоевропским језицима. У санскриту означава саветника, а у грчком значи мислити. Уједно је и име митског лика Ментора из Одисеје, Одисејевог пријатеља, који је дуго година, заједно са Еумејем, био старатељ и васпитач Одисејевог и Пенелопиног сина Телемаха [66].

Зависно од области у којој се употребљава, појам менторства има више одређења. Без обзира на област, основни задатак сваког ментора је да побуди жељу за учењем, да усмерава, унапреди и саветује на основу својих знања и искустава. У образовању, улога наставника се у великој мери подудара са улогом ментора. Свака посебна област у којој постоји улога ментора има своја додатна одређења и посебности [67, 68, p. Mentoring]. У области рачунарства, програмирања и информационих технологија, менторство се најчешће среће као појам након завршеног образовања. Ту улогу имају старије колеге које раде у истој области и које су задужене, споразумно или уговором, да уведе у посао нове запослене [69]. Поступци и начини којима ментори обављају своје дужности су у сагласности са установљеним општим начелима менторства, у смислу да они саветују, усмеравају, буде жељу за усавршавањем и радом, али такође чине и ослонац, јер пружају непосредну помоћ у решавању тешких задатака, онда када ученик није у стању да задатак реши самостално или када ментор увиди да је неопходно да пружи помоћ показивањем, на сопственом примеру, како задатак може да се реши. Дobar ментор не уме само да реши тежак задатак са којим се млађи колега сусреће, да би му показао како та врста задатака може да се реши, већ уме поступно да објасни начин размишљања којим се води док рашчлањује поставку задатка, утврђује кораке његовог решавања и, када је у питању област рачунарства и програмирања, како да напише изворни код којим се такав задатак решава, уз коришћење свих примера добре праксе и прописаних смерница за исправан код [70, 71].

2.2.3 Учење у тиму - сарадња

Савремено струковно образовање је уређено тако да је његов основни производ стручна радна снага која може да задовољи потребе тржишта. Рачунарство као област је посебно у том смислу да се у њему дешавају промене брзином која није забележена од успостављања савременог начина образовања. Непрестано усавршавање технологија ствара потребу за сталним усавршавањем образовања. Истовремено, раст сложености система који се користе у области информационих технологија и рачунарства је умањио значај појединаца и заменио потребу за појединачним радним местима потребом за скупином радника који сарађују као целина са истим циљем, а који својом сарадњом доприносе личном и заједничком пословном успеху предузећа за које раде.

Управо тимски приступ раду у областима информационих технологија омогућава савладавање сложених изазова, развој и управљање сложеним информационим система [72]. Подела рада и повећање одговорности запослених у предузећу се разликује у односу на начин управљања наслеђен из индустријске економије и производње.

Код уобичајеног приступа вођењу предузећа, најчешће се одговорност за грешке и неуспехе не преноси хијерархијски од радника до управника, већ остаје на нижим положајима, односно спада на раднике. То се примећује чак и када одговорност јасно лежи на управи, према правилницима и успостављеном старешинству [73]. У тако постављеним установама и предузећима, одговорност се утврђује појединачно и то доводи до умањене спремност радника да делају самостално и смело из страха да исходи њиховог иступања из прописаних и тражених оквира не донесу последице по њихов положај у предузећу. Управо сврставање више запослених у тим који заједно преузима одговорност за свој рад и деловање унутар успостављене хијерархије предузећа, обезбеђује осећај сигурности и смањује страх од последица, што помаже у стварању воље и жеље да се сваки појединац у тиму осмели да постигне више него што се тражи, чиме доприноси успеху свог тима, али и предузећа. Други начин да се постигне овакво понашање запослених је смањењем броја хијерархијских степени, тј. плитке структуре унутар предузећа [73]. Како управе предузећа све више примећују потребу за овом врстом промена, као и за удруживањем запослених у тимове са заједничким циљем, јавља се потреба за правовременим образовањем запослених и њихову припрему да делују у оквирима таквих удружених скупина. Овакве промене није могуће спровести у кратком року, те се припрема запослених за рад у тиму мора започети што је раније могуће.

Образовање је препознало потребу тржишта да припреми будуће раднике за овај начин пословања. Због тога је увело у поступак образовања учење у тиму кроз сарадњу. Тиме постиже неколико међусобно повезаних циљева. Основни циљ је припрема студената за будући рад у тимском окружењу, док се остали циљеви везују за само образовање у смислу да ће студенти, било да раде самостално или да сарађују, свакако учити и усавршавати своја знања, али ће посебно радом у тиму појачавати исходе и једног и другог циља, тј. осим што ће учити градиво које је предвиђено, учиће и да сарађују и да делују као један тим [74]. Учење у тиму се спроводи на више начина и разликује се зависно од области и предмета који се обрађује у наставном поступку [75].

Велики број изазова који су у почецима примене овог вида образовања постојали су у садашњем времену превазиђени. Размена информација је скоро тренутна и неограничена. Тиме се олакшава комуникација студената који раде тимски са циљем решавања школских задатака [76]. Овај вид учења је у великој мери заступљен у области рачунарства и информационих технологија, а посебно на стручним програмерским предметима.

Сарадничко учење у тиму обезбеђује предности које се огледају у томе да ученици једним делом градиво савладавају самостално, а када један од чланова тима не може да савлада или разуме одређени део градива, остали чланови тима тај део појашњавају. На овај начин ученик лакше савладава градиво уз помоћ својих чланова тима, стиче искуство у раду у тиму, ослобађа се страха и лакше признаје када нешто не разуме. Посебно овима отвара могућности за помоћ својих сарадника. Чланови тима који брже напредују помажу другим члановима да постигну циљеве и науче, док ови не заостају у оној мери као када би самостално учили. Јача се веза између чланова тима, која помаже и у растру друштвених способности и знања ученика [77]. Осим тога, код чланова тима који преносе стечено знање и појашњавају градиво својим сарадницима у тиму, развија се способност јасног изражавања и преношења знања [78].

Иако се део посла преношења знања и упућивања у градиво умањује наставнику, то не значи да се умањује одговорност коју има. Наставник и даље има улогу испитивача и мора да изврши проверу знања са циљем оцењивања степена усвојених знања и стечених радних вештина ученика и студената.

Зависно од начина на који је било спроведено учење у тиму, наставник и даље треба појединачно да провери знања ученика. Ако је тим радио један задатак, где није могуће утврдити одговорност за појединачне делове, наставник мора да примени друге поступке оцењивања. С обзиром на то да ово истраживање не улази у питања дидактике и не обухвата студију случаја тимског рада, начини оцењивања решења заједничких радова студената, који су их израђивали у тиму, нису обрађивани и даљем тексту.

3 Наставна средства

Наставна средства могу имати облике сликовних, звучних, текстуалних и других, разврстаних према средству преношења информација [79]. Свакако, једно од традиционалних наставних средстава јесте књига, која се најчешће налази у облику стручне литературе. Књига је до појаве рачунара, али и годинама након што су рачунари постали навелико доступни, коришћена као основно наставно средство и извор знања. Предност књиге се одражавала у томе што су доступне у сваком тренутку, могу да се користе свуда и лако се одржавају. У настави, у области рачунарства и информатике, као наставно средство, али и наставно помагало, користе се како рачунари, тако и други уређаји. Рачунари се сматрају за корисна наставна помагала, ако су примењена на адекватан начин [80]. Дуго времена, рачунари нису умањивали значај књиге. Међутим, од како постоји могућност да буду стално повезани на Интернет, од како су преносиви и од како је управљање преносивим рачунарима постало природно и лако, у великој мери су потиснули књиге као основно наставно средство. Рачунари кроз свој софтвер нуде знатно више могућности у смислу начина на који знање може да буде представљено. Садржај књиге је статичан, представљен у две димензије, линеаран и врло често штампан црно-бело [81]. Са друге стране, рачунари могу да понуде динамичан садржај који је прилагођен, осликан, али и анимиран, са пратећим садржајима у облику звука и слике [82]. Садржаји доступни преко Интернета се лако могу осавремењавати и допуњавати новим чињеницама и сазнањима, у циљу бољег преношења знања из разних области [83].

О овом поглављу, сачињен је преглед дидактичких средстава наставног рада који се користе у образовању у области рачунарства и информатике.

3.1 Наставна средства и помагала првог реда

Без обзира на облик, за основно дидактичко наставно средство које се користи у образовно-васпитном раду за стицање знања и вештина, сматра се уџбеник [84]. Уџбеници, у ширем облику књиге, тј. стручна литература и друге публикације, сматрају се наставним средствима [85]. Поступци утврђивања чињеница, који се користе у научном и технолошком пољу образовања, које се, између осталих, баве образовањем у области природних наука, а посебно математике, информатике и електротехнике, прописују приступе и начине, међу чијим саставним поступцима је употреба уџбеника [86]. Уџбеници могу да буду штампани или електронски. Савремено образовање у све већој мери ставља ученицима на располагање уџбенике у електронском облику.

3.2 Физичка и виртуална наставна средства

Као што је истакнуто, уџбеник се сматра за основно дидактичко наставно средство, без обзира на облик, а посебно на средство чувања садржаја [84]. Традиционални облици уџбеника су књиге, тј. средство чувања садржаја је папир. Савремени облици подржавају преношење садржаја из традиционалних облика и средстава чувања у савремене, електронске облике. Утицај глобалне дигитализације се одражава и на област образовања и постоје показатељи да ће у будућности штампани уџбеник наставити да постоји упоредо са његовим новијим, електронским, обликом.

Без обзира на то којем степену образовања је уџбеник намењен, он подлеже прописима ваљаности. Регулатива предвиђа врсте наставних средстава и оне подлежу прописима ваљаности [87]. Функције и одређења које важе за уџбеник, важе и за електронски уџбеник [88]. Међутим, електронском уџбенику су на располагању могућности које пружа рачунарски софтвер, који је подржан све напреднијим рачунарским хардвером. Као средство чувања и преноса садржаја уџбеника, папир њих не може да превазиђе [89]. Ако се усвоји да наставно средство може бити било шта што је произведено и намењено настави [90], могуће је удаљити се од разматрања наставних средстава устаљеним приступом, попут уџбеника и књига, па макар они били у електронском облику. Тада је могуће сматрати и друге савремене примере средстава које се све учесталије употребљавају у образовању као наставна средства.

Свакако, једно од најприлагодљивијих средстава које се све чешће користи у настави јесте рачунар. Рачунари, а посебно рачунарски софтвер, допуштају прављење садржаја који је динамичан, ангажован, приближен занимањима појединаца и који користи разне приступе преношењу знања који наставним средствима првог реда нису расположива, као што су интерактивни мултимедијални садржаји, звучни записи, видео записи, тродимензионални интерактивни модели, виртуална стварност, проширена стварност итд. Ови елементи наставних средстава могу да буду укључени и у друге сврхе у образовању.

3.3 Наставна средства за вођено учење

Наставна средства која се користе у току образовања се разликују по начну употребе, израде, опажања и по намени [90]. Међу овим средствима, истичу се она која су намењена за вођено учење, која допуњују наставу путем предавања, у којима наставник износи чињенице и непосредно наводи начин усвајања градива код ученика и студената. У том поступку, користи се подскуп наставних средстава чија намена је да непосредно подрже овај вид учења. Вођено учење, насупрот отвореном учењу и учењу путем открића, често доводи до случаја у којем се наставна средства користе искључиво током школског часа, након чега се одлажу до наредног предавања. На овај начин, ученицима и студентима је наметнут темпо који одређује укупно време колико наставно средство могу да користе. Када ученици и студенти не могу да постигну да истом брзином усвоје и разумеју лекцију кроз употребу наставног средства, прави се разлика у степену усвајања градива. Ово указује на неуспешност дидактичког поступка и доводи у питање оправданост употребе оваквих поступака и средстава за вођено учење које, јер она не остављају простор за прилагођавање потребама појединих ученика и студената.

3.4 Наставна средства за отворено учење

У циљу превазилажења ограничења употребе наставних средстава за вођено учење, као и у циљу отварања нових могућности, употребом савремених дидактичких материјала и наставних средстава, као што су рачунар и рачунарски софтвер, омогућава се отворено учење. За отворено учење се може доказати да подржава учење путем открића [91].

Овим обликом учења, применом активности које подржавају употребу посебно спремљених наставних средстава, подстиче се истраживање, спонтаност и примена наставних средстава на начин и у трајању које је појединцима потребна како би савладали градиво. Употреба савремених технологија у припреми и стављању на располагање ове врста наставних средстава је предност, јер омогућава неупоредиво већи степен прилагођености садржаја, као и начин приступа тим материјалима. Појам писменост обухвата функционалну, медијску, дигиталну и информациону писменост [92].

Према томе, може се претпоставити неопходност дигиталне и информационе писмености када се ставља у употребу у настави ову врсту наставних средстава. Ова претпоставка се може сматрати задовољеном, на основу истраживања које показује да ученици и студенти могу да користе своје личне рачунаре или преносиве уређаје тако да се са њима добро сналазе и да им је њихова употреба природна [93, 94]. Отуда се отвара простор за увођење другачијих замисли наставе, као нпр. замисао изокренуте учионице. Овај приступ је предузимљив и подразумева да се примењује отворено учење. Међутим, учење може да буде усмерено у том правцу да се примењује облик наставе и учења који је сличан вођеном учењу кроз истраживање [95]. У том смислу, ученици и студенти се унапред спремају за час самосталним истраживањем области кроз употребу наставних средстава за отворено учење, али и наставних средстава првог реда [96].

Овом поступку учења приступају самостално или у мањим групама, сачињеним самостално, а често користе савремена средства као што су рачунари, рачунарски софтвер и други материјали који су доступни у електронском облику преко Интернета. На овај начин, ученици и студенти су спремни да се укључе у расправу на часу, да постављају питања и да продубљују знање и разумевање области више него што би то било могуће коришћењем традиционалног приступа учењу на часу.

Употреба савремених рачунарских и информационих технологија је у великој мери подршка овом виду наставе. Кроз интерактивне, савремене и забавне материјале, какве је лакше остварити овим технологијама него традиционалним средствима, ученике и студенте је лакше охрабрити да сарађују и да се укључују у рад скоро свих делова часова [97].

3.5 Извори уређеног знања – документација

Када се посматрају наставна средства за образовање у области рачунарства, електротехнике и информационих технологија, са посебним освртом на програмирање и сродне области, та средства су неретко у облику документације. Документација у том облику представља извор уређеног знања о хардверу, софтверу, деловима, систему, алату или технологији коју покрива. Званична документација није увек полазна тачка студентима програмирања. Документацији одређене технологије се окрећу када не могу да пронађу одговоре на своја питања у другим изворима знања, било да су у питању званични извори или друштвена мрежа окупљена око заједничких интересовања итд. Иако се често саветује употреба документације током учења, овај облик извора уређеног знања није довољан за свеобухватно учење одређене теме из ових области. Обезбеђивање јасне документације може учинити овај извор знања недвосмислено важним за употребу за учење [98]. Често непостојање провере тачности и примене прописа за израду такве врсте документације, на начин на који би је приближила почетницима, али и стручњацима, у великој мери отежава савладавање одређених технологија, софтвера, хардвера и алата који су предмет документације [99]. С обзиром на то да сваки софтверски алат, хардверски склоп и други вид технологије у области електротехнике, електронике, рачунарства и информационих технологија најчешће има своју посвећену документацију, било да је у питању јавно доступан документ у облику веб сајта или документација доступна у другом облику, није могуће направити уопштени преглед ове врсте извора знања. Без обзира на то, стручни корисници ових извора, али и ученици и студенти, у току образовања треба често да се sluже овим облицима уређеног знања.

Посебно у области развоја софтвера, ови извори знања су најчешће јавно доступни у облику веб сајтова или електронских докумената. У њима су, поред општих информација, често представљени примери употребе одређених алата, технологија, функција и градивних чинилаца програмских језика. Овај облик извора знања је лак за коришћење. Могуће је претраживати чланке на основу појмова и кључних речи, али користити увезане изворе као вид литературе за вођено учење и проширивање сопствених знања из документоване области.

Најпознатији примери ове врсте извора знања су они засновани на новим платформама, тј. веб и мобилној платформи. Међу њима, најчешће се помињу и користе *Mozilla Web Docs* [100] (претходно познат као *Mozilla Developer Network* - скраћено *MDN*) за област веб технологија, *Android Developer Documentation* [101], који је саставни део *Google Developers* мреже [102] итд.

С обзиром на то да је већина оваквих извора јавно доступна, ученици и студенти ће у сваком тренутку моћи да их употребљавају. Истраживање [103] показује да студенти често користе ове изворе. Управо је то разлог због којег ови извори треба да се укључе у образовање, а са циљем да се ученици и студенти упознају са правилним начинима коришћења оваквих врста извора у циљу њихове успешније примене.

3.6 Материјали произведени у оквиру Интернет заједнице

Као што постоје извори уређеног знања који су званични и опште се прихвата њихова употребна вредност у облику основног или допунског наставног средства у образовању, постоје и незванични извори знања. Овакви извору могу да буду произведени у оквиру неке Интернет заједнице [104]. Информације из ових извора често нису састављене као оне доступне кроз прихваћене изворе знања намењених учењу и стручној употреби [105].

Неретко, информације доступне у оквиру материјала који су настали као исходи рада Интернет заједнице су у целости преузете из других извора. Ове информације су често непромењене, али такође и непроверене. Оно што може бити мана оваквих извора је недостатак јасне грађе и редоследа целина.

Једна од оцена образовних материјала насталих као исход сарадње Интернет заједнице јесте недостатак провере тачности и поузданости објављених садржаја. Овакве оцене постоје за разне Интернет портале ове врсте. Међутим, из образовних установа, оваква оцена је најчешће усмерена ка порталу Википедија, као највећем Интернет спремишту знања сачињеног у оквиру Интернет заједнице [106, 107]. Међутим, истраживање [108] у часопису “*Nature*“ је показало да чланци из овог извора информација и знања имају незнатно више грешака у односу на традиционалне изворе у које истраживачи обично имају више поверења. У том смислу, неповерење некада није оправдано.

Како су Интернет заједнице виртуална удружења чије целокупно деловање је ограничено само на Интернет и чији чланови су често непознати, или су познати под другим именима или алијасима. Аутори који доприносе уређивању садржаја на оваквим спремиштима знања, иако се углавном лично не познају, деле иста интересовања, струку и жељу да учине своје знање доступним другима. Не постоји увек јасан начин за проверу тачности и поузданости извора знања и података. Некада нису доступни чак ни извори. Због тога је на ауторима и корисницима ових спремишта да изврше своје сопствене провере и додатно истраживање, те да осавремене чланке и исправе евентуалне грешке [109]. С обзиром на то да је овај поступак добровољан и да у потпуности зависи од воље појединаца [110], остаје могућност да чланци дуже времена остану неисправљени. Самим тим могу дуже времена да преносе не сасвим тачне информације корисницима тог спремишта.

Поред ове врсте спремишта чланака информативне врсте, чији је најпознатији представник портал Википедија, постоје и друге врсте портала које нису устројене у облику енциклопедије знања. У сфери рачунарских наука, а посебно у области информационих технологија и програмирања, нарочите су Интернет заједнице окупљене око идеје давања одговора на посебна питања у циљу решавања посебних задатака. Ова врста портала ради по узору на портале чија начела рада се свODE на постављање питања и пружање одговора. Ову врсту портала користе и стручњаци, али у највећој мери почетници, као и они који тек уче технологије за које је доступна подршка на оваквим порталима. Корисници портала постављају питање, уз неопходност давања опширнијег смисла или намене кода и чекају одговоре добровољаца спремних да им пруже подршку давањем одговора или смерница за решавање представљених задатака.

Знања документована кроз овај поступак су доступна и другима који се сусретну са истим или сличним изазовом. Питања и одговори који су у оваквим спремиштима знања објављена су отворена за допуне и појашњења у виду додатних одговора. Оцењивање одговора, према њиховој употребној вредности спроводе корисници оваквих портала. Овај облик давања подршке ученицима и почетницима је користан, што потврђује и награда за једног од најпознатијих представника ове врсте портала – *Stack Overflow*. Награда је додељене на основу гласова корисника у категоријама *Webby Awards 2020. године* [111].

Међутим, постоји и велики број оцена усмерених, како на ову посебну Интернет заједницу и портал, тако на целу замисао ове врсте друштвених мрежа. Посебно се истиче њихова усмереност на стручну подршку, али и на подршку образовању почетника у областима рачунарских наука, програмирања и информационих технологија. Највише оцена је усмерено на негативна искуства корисника у погледу комуникације, односа према корисницима, непосредног и посредног вређања, као и у смислу недостатка разноликости и неуједначене заступљености демографских група у Интернет заједницама окупљеним око оваквих портала [58].

На основу оцена [112, 113, 114, 115, 116, 117], јасно је да је умањена употребљивост ове врсте портала упркос предностима и снагама које имају. Без обзира на то, они су јавно доступни и у великој мери их користе, како они који се стручно баве пословима у овим областима, тако и ученици и студенти. Други пример Интернет портала који ради на сличан начин је *Microsoft Q&A* [118], који је саставни део портала *Microsoft Developer Network*.

Имајући у виду управо немогућност спречавања ученика да користе ове изворе, постоји неопходност њиховог образовања у погледу правиле употребе и опреза приликом усвајања и коришћења решења и савета до којих на овој врсти портала долазе, а посебно оних које добијају од Интернет заједнице окупљене око оваквих Интернет портала.

3.7 Видео материјали

Аудио и видео технологије, као што су радио и телевизија, се користе у сврху образовања дуже од једног века. Један од пионира у области преноса образовног видео садржаја путем радио сигнала је Британска радио-дифузна корпорација (енгл. *British Broadcasting Corporation* – акр. *BBC*) [119]. *BBC* је 1920. почео са ширењем образовног програма путем радија. Седамдесетих година двадесетог века, ширење образовних програма и видео садржаја путем телевизије је било врло распрострањено [120]. Овај вид дељења видео снимака са образовним садржајима, иако у све широј употреби, имао је недостатке. Снимљену лекцију није било могуће зауставити или премотати током дељења. Уколико су имали потребну техничку опрему, ученици и студенти су морали да записују видео лекције на касете, како би могли накнадно да прегледају те записе. Заустављање телевизијског програма је било могуће употребом посебне опреме за бележење и понављање видео записа телевизијског преноса [121].

Унапређивањем производње дигиталних видеа, алгоритама за компресију дигиталних видео датотека, као и средстава за складиштење, дељење, и дигитално ширење ове врсте садржаја, испуњени су предуслови за убрзано ширење видео садржаја и путем Интернета, што се односило и на образовне видео лекције [120]. Један од пионира у дељењу образовних видео лекција путем Интернета је Масачусетски технолошки институт (енгл. *Massachusetts Institute of Technology* – акр. *MIT*) који је 2002. године, кроз свој пројекат назван *OpenCourseWare*, учинио доступним видео снимке лекција на својим предметима и предавањима, бесплатно свим корисницима Интернета [120]. Убрзо након тога, настали су нови Интернет портали чија основна намена је дељење видео снимака. Иако се на овим Интернет порталима деле, између осталих, и видео садржаји образовног садржаја, Интернет портали посебне намене, опредељени искључиво за дељење видео садржаја образовне врсте су скорашња појава. Овакви наменски портали су у великом броју настали 2020. и 2021. године, као одговор на нове потребе тржишта образовања које су настале као последица пандемије болести *Covid-19*, изазване вирусом Корона [122, 123, 124].

Поред већ поменутог портала *OpenCourseWare*, студентима су доступни портали попут *Coursera* [125], *edX* [125, 126], *Open Yale Courses*, *Udacity* [127], *Udemy* [127], *Khan Academy* [128, 129] итд.

Већина видео садржаја који су израђени и стављени на располагање на овим платформама су исход рада стручних лица и предавача. Сами садржаји су осмишљени тако да прате добро одређен ток усклађен са образовним циљевима установе која стоји иза тог образовног програма.

Поред видео лекција израђених уз стручну помоћ и са савременом опремом, у области рачунарства и информационих технологија, а посебно у области програмирања рачунара, постају распрострањени видео снимци које израђују обични корисници, често заљубљеници у одређену област. Они у не потпуно стручном својству приступају објашњавању одређених појмова, технологија и области рачунарства и информационих технологија другим корисницима који се образују или настоје да усаврше своја знања у тим техничким областима [130].

Ова врста образовних видео садржаја је често израђена у кућним условима, без стручне опреме и без скупоцених средстава и стручног знања за видео и аудио обраду и производњу. Ова врста видео записа често носи назив „видео туторијали“, са обзиром на то да се корисник који производи ту врсту видео снимака поставља као учитељ или водич (енгл. *Tutor*). Произвођач оваквих видео лекција, кроз своје лекције, учи друге кориснике и помаже им да разумеју и усаврше своја знања. На Интернету је доступно све више материјала, како у облику текстуалних упутстава, тако и у облику видео снимака који објашњавају другим корисницима како сами да се припреме и опреме за снимање својих сопствених видео туторијала, које би објавили на Интернет [131, 132]. На овај начин се великом брзином умножава грађа образовних садржаја који су бесплатни, или су за мање новчане износе, доступни свим корисницима Интернета.

4 Оцењивање и провера знања

Циљ оцењивања је вредновање образовних постигнућа ученика. Оно се спроводи поступком провере знања и представља његов коначан исход. Провера знања представља утврђивање степена усвојених теоријских знања или степена стечених вештина у области којом се бави предмет образовања. У савременом образовању, оцењивање је приступ који је уређен законима и правилницима земаља у којима се користи као саставни део образовања [133].

Зависно од степена образовања у којем се оцењивање примењује, прави се разлика у начинима на које се вреднују постигнућа на предметима кроз које се спроводи образовање, зависно од тога да ли су они обавезни или су изборни, као и од тога да ли представљају оцене владања или неке друге делове од значаја у образовном поступку [134, 135].

У оцењивању образовних постигнућа, саставни део је одређивање вредности стечене оцене. Вредност стечене оцене може да буде израчуната на основу оцена посебних делова, од којих сваки представља вредност оцене образовних постигнућа за појединачне целине, тј. градиво, а може бити израчуната и на неки други прописани начин. Укупна оцена се изражава као вредност из коначног скупа појединачних могућих вредности оцена. Одређивање скупа таквих вредности и њихово значење се разликује од земље до земље, као и од степена образовања у којем се примењује, чак и у оквирима истог образовног система једне земље.

У неким државама и њиховим образовним установама, као вредности за оцене се користе бројчане вредности, у опсегу од 1 до 5, где је 1 најнижа, а 5 највиша оцена. Ово је случај у основном и средњем образовању у бившим југословенским републикама [136, 137]. У Немачкој се, нпр. у оквиру основног, али и високог степена образовања за оцене користе вредности у опсегу од 1 до 6, где оцена 1 има највећи вредност, а оцена 6 најнижу, а у оквиру средњег образовања вредности од 0 до 15, с тим да је оцена 0 најнижа, а оцена 15 највиша [138]. У Кини се користи неколико система истовремено, изражене у вредностима од 0 до 100 бодова, али се вредности преводе и обележавају словима алфабета од А до D или од А до F [139]. САД користе систем вредности у опсегу од 0 до 100 бодова, који се преводе и изражавају словима абецеде од А до F, уз додатак још неколико појединачних ознака за посебне оцене, као што су ознаке плус (+) и минус (-) [140].

Осим саме вредности којом се означава степен усвојених знања или стечених вештина, важан део поступка оцењивања јесте начин провере знања, као претходница поступку оцењивања, које представља само утврђивање коначне вредности којом се изражава исход провере. Постоји велики број начина и алата који помажу у провери усвојеног знања и стечених вештина. Неки су прилагођени областима у којима се примењују, док су други општи и могу да се примене у свакој области, уз мање или више прилагођавања. Провере могу да буду непосредне и посредне, зависно од поступака и алата који се користе [141].

Изузев поступка утврђивања усвојеног знања, у неким областима и провера степена стечених вештина улази у поступак оцењивања. Области у којима је овај вид провере неопходан, пре него што може да буде дата оцена, су рачунарске науке и информатика и рачунарство. Посебно, међу њима, ово се односи на програмирање и предмете који су слични програмирању, у смислу да захтевају решавање радних задатака кодирањем или употребом других формалних језика [142]. Оцењивање у стручном образовању некада захтева посебне поступке. У таквим случајевима, прописују се правилници или упутства за добро поступање [143]. Начини оцењивања знања и утврђивања степена стечених вештина се и даље развијају и усавршавају у области рачунарских наука и информационих технологија.

4.1 Провера знања у области рачунарства

О образовању у областима рачунарства и информационих технологија, улогу испитивача често на себе преузимају наставници, који осим представљања теоријских основа, ученицима представљају стручне делове области кроз радне задатке које заједно са ученицима решавају. Тако ученици стичу потребне радне вештине.

Међутим, учење није увек непосредно везано за оцењивање које следи након провере знања. С обзиром на то да су рачунарство, а посебно информационе технологије и програмирање, струке која је од великог значаја за редован рад великог броја повезаних савремених услуга, често је неопходна потврда дате оцене степена усвојених знања, а посебно стечених радних вештина.

У школском раду, наставници имају улогу која им омогућава да врше проверу знања и оцењивање које је саставни део поступка унутар установе у којој држе наставу. Њихове оцене могу да послуже за академско напредовање унутар студијског програма установе. Међутим, за напредовање у стручном окружењу, изван академског, често су неопходне оцене и потврде издате од стране независних установа које се баве испитивањем стручњака у посебним гранама ове области.

Без обзира на то да ли се провера знања у области рачунарства спроводи у академским или стручним оквирима, поступци и начини провере знања су често веома слични. У највећем броју случајева, академске провере знања преузимају поступке и начине које прописује струка и које се користе у стручним оквирима. Самим тим, академске провере знања, осим своје сврхе за обезбеђивање начина за академско напредовање, представљају корисну припрему полазника за тржиште рада и за стручне провере знања којима ће бити подвргнут након студија. Степен сложености радних задатака у оквирима академске провере знања је нижи од сложености радних задатака и стручног тестирања у предузећима или установама које врше проверу знања испитаника за радна места [144, 145].

Провера знања у рачунарству и у информационим технологијама се најчешће спроводи на три начина, зависно од области и зависно од тога да ли је потребно да се врши провера степена усвојених знања или степена стечених вештина решавањем радних задатака наслеђеним из струке. У наставку су обрађена три најчешћа облика провере знања.

4.1.1 Решење састављеног теста

У циљу провере усвојеног знања и провере стечених радних вештина, у области рачунарства се користе тестови. На основу решења тестова се доноси оцена степена усвојеног знања. Међутим, уз припрему питања на посебан начин, могуће је користити тестове и за проверу и оцењивање степена стечених радних вештина. Тада се њиховим решавањем провера стечених радних вештина вршити посредно. Овај облик тестова подразумева да се кроз поставку питања, текстом, сликом или на други начин, представи стваран случај какав би био представљен студенту у оквиру радног задатка, на који се очекује од студента да зна да одговори, само уколико би такав задатак знао да реши применом стечених радних вештина из области за коју се провера врши. Одговор који студент даје може да буде отворене или затворене врсте, с тим да се код затворене врсте може користити неколико начина уноса тачног одговора, зависно од врсте питања. Питања могу имати понуђене одговоре, где се од студента очекује да обележи један или више тачних одговора.

Повећањем броја понуђених одговора, али и броја тачних одговора међу понуђеним, умањује се вероватноћа случајног избора тачног одговора и добијања непоузданог исхода провере знања, а самим тим и оцене. Други видови уноса одговора код питања затворене врсте могу бити спајање две стране у списку делова одговора, промена редоследа одговора тако да буду поређани у исправном поретку, зависно од поставке питања итд.

Без обзира на врсту питања, исход оцењивања треба да укаже на степен стечених радних вештина које су установљене посредно. Коначна оцена теста треба да буде разматрана обазриво, јер је у решавању тестова могуће да се студенти служе недозвољеним средствима и поступцима који обесмишљавају сврху теста, јер омогућавају студентима да на тесту стекну веће оцене него што заслужују, с обзиром на то да оне не произилазе из њиховог знања.

Иако су тестови чести облик провере знања, а међу њима су најчешћи облици питања са понуђеним одговорима, исходи оцењивања помоћу тестова у областима рачунарства и информационах технологија не треба да буду високо вредновани у обрачуну коначне оцене. Тестове првенствено треба користити за оцењивање усвојених знања. За оцену степена стечених радних вештина потребно је користити поступке за непосредно мерење и оцењивање, као што је решавање радног задатка.

4.1.2 Решење радног задатка

За разлику од тестова, који су погодни за утврђивање усвојених знања, у рачунарству је неопходно вршити проверу степена стечених радних вештина. Тестови нису погодни за ову врсту провере, јер се потребне провере спроводе посредно. Непосредни поступци мерења подразумевају да студенти решавају радне задатке за које морају да примене своје стечене радне вештине. Временско ограничење и надгледање рада у електронским учиниоцима у којима се врши испитивање омогућавају да се свим студентима омогуће исти услови за рад.

Треба обратити пажњу на то да у случају посебних потреба студената који имају потешкоћа које им онемогућавају да подједнако брзо управљају средствима за рад, тј. рачунаром, књигама и доданим материјалима за рад. Уједначени услови, уз оправдана прилагођавања, омогућавају уједначене могућности за постизање највећег учинка сваког студента, а одређивање тачног временског ограничења је задатак испитивача који поставља задатак. Задавањем истог задатка свим студентима које у неком тренутку испитује, испитивач додатно обезбеђује умањење променљивости услова за рад и обезбеђује правичније оцењивање. У образовању у рачунарству, а посебно на предметима из програмирања, поступак провере степена стечених радних вештина решавањем радног задатка је у највећој мери заступљен. Њиме се студент ставља у најприближније околности у којима ће се наћи у радном окружењу. Свакако, степен сложености радних задатака у оквирима академске провере знања је неупоредиво нижи у односу на степен сложености радних задатака са којима ће се студент у раду сусретати. Без обзира на то, овај вид провере вештина омогућава испитивачу да сагледа напредак студената у свим областима које обухвата предмет, јер поставка радног задатка може да буде осмишљена тако да за његово решење студент мора да примени све научене делове из области које обухвата предмет или део предмета за који се врши провера знања и оцењивање.

Због ограниченог времена за рад, често су дати јасно одређени захтеви задатака и навођење студента да користи одређене приступе његовом решавању. То у некој мери умањује могућности тачне процене степена стечене вештине за самостално утврђивање погодних начина за решавање задатка. Зато се може користити начин који дозвољава дужи временски оквир за решавање задатка, а са друге стране, обезбеђује и већу слободу у избору начина решавања задатка.

4.1.3 Израда решења сложеног задатка

У случајевима када састављени тестови и решавање радних задатака, са ограниченим временом и надзором у раду, не могу да обезбеде поуздано утврђивање степена стечених радних вештина, могуће је променити поступак који подразумева израду решења сложеног задатка, тј. пројектног задатка. Израдом решења сложеног задатка, односно пројекта, студенту се ставља на располагање више времена за рад, слобода да задатак решава самостално, код куће, без непосредног или посредног надзора испитивача, уз ограничену слободу избора начина решавања задатка, у границама прописаних оквира предмета и да у решавању задатка примени сва своја усвојена знања и стечене радне вештине.

Зато, овај поступак омогућава, не само проверу степена усвојеног знања, већ и степен стечених радних вештина, истовремено. Захтеви дати у поставци задатка су често знатно обимнији у односу на радне задатке који се решавају у електронским учионицама, под непосредним надзором испитивача. Ова додатна сложеност је један од основних разлога за продужење допуштеног времена за израду решења, али и извор додатних могућности за темељну проверу у оквиру саставног дела овог поступка провере, који представља усмену одбрану приложеног решења.

С обзиром на то да се израда решења оваквог задатка дешава изван надзора испитивача, постоји могућност коришћења недозвољених средстава и поступака у изради решења задатка. Употреба наставних средстава, као што су књига, документација, видео снимци и тд. најчешће није забрањена, већ се препоручује.

Међутим, иако коришћење свих ових наставних средстава и извора знања није забрањена и не сматра се за коришћење недозвољених средстава у раду, недозвољеним поступцима се сматра да друго лице изради решење задатка за студента. Испитивачима је на располагању поступак одбране приложеног решења, који се користи и за утврђивање да ли је дошло до недозвољених поступања у решавању рада и за додатну проверу усвојених знања и стечених радних вештина студента, која могу да буду саставни део оцењивања, изван оцене самог достављеног решења. Неопходно је да усмена одбрана буде строго прописана и да постоје јасна мерила помоћу којих испитивач утврђује све делове поступка провере и оцењивања које су саставни део одбране и да их издвоји од мерила која произилазе из прегледања приложеног решења. Овај начин провере знања захтева највећи ангажман и студента и наставника.

4.2 Обезбеђивање непристрасног оцењивања

Образовне установе доносе сопствене одлуке којима прописују начела непристрасности у поступку оцењивања студената. Образовни систем се ослања на начела непристрасности као једно од најважнијих у свом раду, јер је његов циљ да обезбеди праведно, целовито и темељно утврђивање степена усвојених знања и стечени вештина. Због тога је неопходно доношења јасно одређених поступака којима се воде наставници када спроводе оцењивање.

Неопходност непристрасног оцењивања се огледа у томе да се на тај начин увећава вредност образовног система, обезбеђује се могућност провере свих радова, тестова, постигнућа и укупног исхода образовања сваког ученика. На тај начин се не повећава само вредност образовања из угла ученика, већ и вредност целокупног образовног система једне државе. Непристрасност у оцењивању обезбеђује међусобно уважавање исхода рада студената, али и наставника. Оно утврђује њихову академску беспрекорност.

4.3 Ручно оцењивање решења

Традиционално, у образовању, наставници су задужени и за преношење знања и за утврђивање степена стечених знања ученика и студената. Било да им је непристрасност у оцењивању наметнута као обавеза или из веровања да је то врлина коју сами сматрају за личну дужност, она је свакако потребна да би се обезбедило праведно и тачно оцењивање.

Опасности по обезбеђивање непристрасног оцењивања су, између осталих: дискриминација, неуједначен однос до којег долази неправедним издвајањем и уважавањем једне групе студената у односу на другу, неоправдана променљивост мерила оцењивања радних учинака итд.

Наставник који задужен за спровођење поступка оцењивања је јединствено место извора наведеним опасностима по непристрасност.

Изузев казних мера, које могу да буду запрећене као мера донета у циљу поништавања наведених опасности по непристрасност оцењивања, намеће се као могућност потпуно уклањање извора тих опасности, тј. уклањање наставника из дела поступка оцењивања степена стечених знања и вештина. У оваквом решењу, наставник би био задужен за обликовање тестова којима би се утврђивали степени стечених знања и вештина, али би био изузет из њихове примене. Овако се обезбеђује да се исти кораци у поступку оцењивања примене на све студенте на исти начин. Ово је могуће увођењем аутоматизованог оцењивања. У поступку ручног оцењивања радова, важно је да се поставе јасни оквири за њихово оцењивање, односно да се користи приступ као код уобичајених тестова знања, где се оцењивање спроводи у потпуности на основу приложеног рада и његове усклађености за постављеним захтевима, а не на основу нестандардних начина оцењивања, где се прегледач ослања на осећај или на други начин произвољно или оквирно врши оцењивање учинка. Непристрасна оцењивања су једна од опасности код ручног оцењивања [146].

4.4 Аутоматизовано оцењивање решења

Поменути недостаци ручног оцењивања решења, у смислу успешности и уједначености мерила тог приступа, отварају простор за увођење приступа код којег софтвер аутоматски врши оцењивање решења радног задатка. Овај приступ подразумева постојање обрасца за оцењивање који може да буде аутоматизован. Аутоматизовано оцењивање решења задатака може да се користи у случајевима када је потребно да се прегледа велики број радова студената у кратком временском року и да се обезбеди непристрасно оцењивање и уједначена мерила добијених исхода оцењивања. Аутоматизовано оцењивање решења задатака може да се користи за разне предмете који подразумевају израду решења радних задатака, као што су рачунарско програмирање и слични, код којих је решење рада најчешће у облику изворног кода, односно текста који треба да буде оцењен. Приликом оцењивања оваквих решења задатака, приступа се разним рашчлањавањима, не само у смислу служења сврси, већ и својственим. У смислу оцењивања изворног кода програма или скрипте (мањег кода који извршава тумач у циљу аутоматизације неког поступка), потребно је оценити следеће целине решења: синтаксна исправност изворног кода, испуњење извршних захтева, испуњење својствених захтева (највећи обим функције, примена правила именовања делова кода, давање предности употреби одређене градивне јединице програмског језика у односу на друге итд [10]), испуњење одређених захтева из поставке задатка (обавезна интеракција са корисником, приказ података уз адекватне поруке, и др) [147]. Сви чиниоци аутоматизованог оцењивања решења радних задатака су примењиви за задатке на предмету из студије случаја овог рада.

У овом делу рада су приказана рашчлањавања истражених начина примене оваквог решења. Један од начина да се обезбеди овакав поступак за аутоматизовано оцењивање је употреба начела тестирања софтвера.

За то постоје два погледа на тестирање, које могу да се примене за аутоматизовано оцењивање решења радног задатка. То су функционално и јединично тестирање софтвера [148]. Поступак функционалног тестирања софтвера је погодан за тестирање готових решења, јер обезбеђује поступак да се исто решење тестира са више група улазних података у различитим тренуцима његовог извршавања и да се исходи упореде са очекиваним за сваку од група улаза. Овај приступ занемарује сам начин на који је извршен развој решења радног задатка, већ се само врши утврђивање чињенице да ли решење даје тачан излаз или не. Поступак јединичног тестирања је тежи за спровођење за аутоматизовано оцењивање решења за одређени предмет из студије случаја овог рада, јер студенти имају слободу да обликују састав самог решења на начин који њима одговара, па није могуће написати јединичне тестове за непознату расподелу делова кода решења. Осим поступака из области тестирања софтвера, за примену решења за аутоматизовано оцењивање задатака, примењиве су статичке провере кода [149]. Иако се статичка провера кода користи у области развоја софтвера, њена примена у аутоматизованом оцењивању решења задатака, посебно у области програмирања, није без преседана [150, 151, 152]. Корист статичке провере је у томе што може да открије недостатке у програму које су остале неоткривене функционалним тестирањем, јер би били откривени само посебним низом улазних вредности који би изазвали пролаз кроз одређене линије кода код којих постоје грешке.

С обзиром на сличности између предмета студије случаја овог рада и области програмирања рачунара, статичка провера кода, као и провера саме синтаксе кода, примењене су у решењу за аутоматизовано оцењивање задатака.

4.5 Вредновање делимичних решења

Зависно од начина оцењивања, делови рада, који су предмет оцењивања, могу да буду оцењивани дискретно, на основу тачности решења или могу да буду вредновани делимично. Приликом додељивања дела бодова који су предвиђени за одређену целину, вредност дела оцене може да буде израчуната на основу појединачних провера које се над тим делом врше. Такође, могу да буду сразмерна некој другој мери. Ова мера може да буде дискретна или слободно вреднована. Дискретне мере могу бити број тачних линија кода од укупног броја, број тачних израза од укупног броја - посебно када неки израз може заузимати више линија кода итд. Слободно вредноване мере могу да буду примена правила именовања, испуњење нефункционалних захтева, примена начина писања кода којем се даје предност у односу на друге приступе са истим исходом итд.

Поједини поступци који се користе у аутоматизованом оцењивању решења не могу да буду примењени у ове сврхе, без обзира на то који начин се користи да би се извршило делимично вредновање учинка појединачних делова решења, јер је исход њихове примене дискретан. Нпр. код функционалног тестирања дела програма, зависно од одређених улазних вредности, исход извршавања студентског решења са тим улазним вредностима може да буде очекиван (тачан) или неочекиван (нетачан).

Због бинарног исхода примене овог поступка, потребно је да се користе други поступци који могу да обезбеде оцену делова решења са више дискретних исхода, осим тачно и нетачно. Поступак који се користи у аутоматизованом оцењивању који може да подржи овај вид оцењивања је статичко рашчлањавање.

Посебна корист статичког рашчлањавање се одражава у томе што може да помогне у прегледању задатка са циљем додељивања барем дела бодова студенту за његово решење, уколико због неке синтаксне грешке у једном од делова кода, цео програм не може да се изврши и самим тим функционално тестирање не може да се заврши због недоступности излаза програма [10]. Статичким рашчлањавањем се обрађује изворни код решења и на тај начин је могуће оцењивати више појединачних аспеката решења.

Коначно решење, на основу којег је могуће остварити вредност за делимично вредноване оцене, може да буде збир отежених оцена појединачних удела укупног броја тестова који се врше над самим изворном кодом кроз статичко рашчлањавање, као и кроз рашчлањавање својствених захтева. Примена вредновања делимичних решења може да буде примењивана глобално, у целом раду, локално, у појединачним целинама рада које се засебно прегледају или локално отежених у зависности од друге врсте оцене посебног дела рада у претходним поступцима, нпр. на основу исхода функционалног тестирања делова итд. Поступак по којем се одређује крајњи начин делимичног вредновања је подесив и може се посебно прилагођавати врсти задатка.

4.6 Разматрање утицаја аутоматизације

Доступна литература о употреби аутоматизације за оцењивање радова у области рачунарства садржи закључке којима се потврђује позитиван утицај употребе алата за аутоматизацију прегледања решења радних задатака и њихову вишеструку предност у односу на ручно оцењивање радова. На првом месту, истакнуте су предности у погледу брзине и тачности прегледања радова, које остављају могућност за увођење чешћих провера које су у интересу и студената и наставника. Студенти чешће могу да провере свој рад и пронађу грешке које праве током решавања задатака, а наставници могу да користе чешће провере знања, са циљем да поделе градиво у више мањих целина, чиме се усклађују свој рад са Болоњском декларацијом, али и да лакше прате напредак својих студената, тако да могу благовремено да донесу праве одлуке и прилагоде своје наставне активности већини студената, али и сваком студенту понаособ.

Истиче се да су разлике у тачности оцењених радова аутоматизованим поступком у односу на ручно оцењивање занемарљиве, а и када постоји већа разлика у оценама, код аутоматизованог поступка је примећено да је остварена већа тачност у оцени решења радних задатака него када је оцењивање истих спроведено ручно. Ово је посебно случај приликом прегледања већег броја студентских радова.

Прегледом литературе, долазимо до одговоре на два истраживачка питања.

Одговор 1 – Одговор на истраживачко питање (Б)

На основу овог сазнања, могуће је дати одговор на истраживачко питање (Б), који је потврдан. Ово је једно од два истраживачка питања којим се потврђују хипотезе (I) и (V) овог истраживања.

Одговор 2 – Одговор на истраживачко питање (Д)

На основу овог сазнања, могуће је дати одговор на истраживачко питање (Д), који је потврдан. Овиме се потврђује хипотеза (IV) овог истраживања.

5 Софтверска решења за проверу знања

У овом поглављу је приказан преглед софтверских платформи и решења за подршку у образовању, са посебним освртом на решења која представљају подршку оцењивању тестова и радова студената. Дати су прегледи историјских и савремених решења, као платформи за развој оваквих софтвера. Изазов софтверског оцењивања решења радова и тестова је стар скоро колико и област рачунарства. Најранији документи који описују покушаје поједностављивања поступка оцењивања радова коришћењем програмских решења потичу из шесте деценије прошлог века [153] у САД.

5.1 Решења заснована на веб технологијама

У претходном поглављу је описано како су мрежне технологије коришћене као платформа за решења за аутоматизовано прегледање и оцењивање радова студената. Овај приступ се ослањао на развој сопствене серверске и клијентске делове такве архитектуре и решења су често била везана за оперативне системе који су се користили на серверској и клијентској страни. Рачунарски потпомогнуто оцењивање радова се дели на неколико врста, на основу тога да ли се оцењивање врши на сервису доступном преко Интернета, у локалној мрежи установе, на рачунару на којем се програмско решење пише од стране наставника, а уз помоћ алата за помоћ при оцењивању рада [17].

5.1.1 Веб технологије

Прописивањем образаца Интернет технологија и тзв. Веба, постало је могуће да се развију софтверска решења са истом сврхом, која омогућавају студентима да приступе системима за аутоматско оцењивање са било којег места где имају приступ Интернету, као и са различитих хардвера и са различитих оперативних система на својим рачунарима [153, 154]. Предности које овај приступ обезбеђује су то да је софтвер лак за коришћење, с обзиром на то да су Интернет као платформа и употреба Интернет прегледача познати студентима; да је потребна кратка обука за употребу посебних радних особина за посебне веб портале за слање и оцењивање радова; да није потребан додатни хардвер, осим оног који студенти поседују; сви подаци о исходима оцењивања се чувају на једном месту и могу да се обрађују уживо [155]; као и да је утицај на побољшање успешности учења неупоредиво већи када студенти имају могућност да добију повратне информације у било које доба дана, са било ког места, уживо, без потребе да чекају да наставник прегледа њихове радове. Такође, може бити неограничено понављања, осим ако није другачије одређено.

Појам веб технологија се временом мењао. Пре настанка Интернета, па све до данас, основни поступак на којем се заснива размена података у рачунарским мрежама је комбинација трансмисионог контролног протокола (*TCP*) и Интернет протокола, спроведеног на трећем слоју референтног модела за отворено повезивање система (*OSI*). Ова комбинација протокола се користи као основ за Интернет комуникацију.

Иако постоји велики број протокола за размену информација на апликативном слоју ОСИ референтног модела, један се издвојио као доминантан. У питању је комуникациони протокол заснован на клијентско-серверској архитектури који се зове Хипертекст протокол преноса (*HTTP*). Овај протокол познаје две улоге рачунара у мрежи - клијент и сервер који размењују податке у облику захтева и одговора. Клијент упућује захтев састављен по тачно одређеној шеми серверу, који га обрађује, припрема одговор састављен по тачно одређеној шеми и враћа га клијенту [156]. Основни модел *HTTP* протокола може да буде надограђени поступак шифровања за побољшану безбедност [157, 158].

Серверски софтвер који омогућава ову врсту комуникације назива се веб сервер. Овај појам се често користи и за сам рачунар, тј. хардвер [159], јер се неретко цео рачунар наменски одређује за потребе извршавања серверског софтвера. Постоји велики број примена *HTTP* серверског софтвера, међу којима су решења која су бесплатна, али и она која се плаћају. Серверски софтвер који се најчешће користе су *Apache* и *Nginx* који заједно покрећу преко половине јавно доступних активних веб сајтова и портали на Интернету [160, 161]. Без обзира на софтвер који се користи као веб сервер, њихове функција је суштински иста. Они обезбеђују размену података поштовањем протокола *HTTP*.

Софтвер који се извршава на клијентској страни је најчешће Интернет прегледач (*browser*). Најкоришћенији Интернет прегледачи су *Google Chrome* (65%), *Safari* (16%), *Mozilla Firefox* (4%) [162, 163] итд. Осим Интернет прегледача, клијентски софтвер може да буде софтверски алат или програм посебне намене [164]. Овај софтвер не мора да омогућава сва деловања уобичајеног Интернет прегледача, већ има посебно одређен скуп задатака које извршава аутоматизовано или по налогу корисника [165, 166]. Интернет прегледач омогућава корисницима размену информација са серверским софтвером. Он припрема захтев који упућује серверу и обрађује пристигли одговор. Зависно од садржаја у заглављу и телу одговора, Интернет прегледач припрема сликовни приказ достављеног садржаја (*render*) коришћењем веб прегледача за визуелизацију (*rendering engine*) [167].

Често, садржај који језгро веб прегледача за визуелизацију припрема за сликовни приказ је код веб странице написан на језику за означавање хипер-текста (*HTML*) [167]. То је описни језик којим се одреде чиниоци и садржај веб страница [168]. *HTML* код странице клијенту отпрема серверски софтвер, а садржај може да буде статичан или динамичан, зависно од примене серверске програме. Серверски програм, често називан веб сајт, је програм написан на програмском језику или језиком за писање скрипти (*scripting language*). Најкоришћенији програмски језици и језици за писање скрипти за веб портале су *PHP*, *JavaScript* и програмски језик *Python* [169, 170].

Програм веб платформу на страни сервера генерише *HTML* код који у одговору сервера доставља Интернет прегледачу. У *HTML* коду се налазе путање ка повезаним датотекама различитих врста које допуњују страницу. Ове датотеке могу садржати мултимедијалне садржаје као што су слике, видео или аудио материјали, али могу бити датотеке са кодом који додатно одређује на који начин треба бити припремљен сликовни приказ странице или на који начин треба веб страница да се понаша.

Две најчешће врсте датотека ове врсте су датотеке са одређењем стилова (*CSS*) или датотеке са кодом скрипте која се извршава на страни клијента у Интернет прегледачу (*JavaScript*). Осим путања ка датотекама са сервера, у коду странце могу да се налазе путање ка удаљеним изворима података који се отпремају и допремају са других сервера, а које су неопходне за исправно деловање саме веб странице на страни клијента. Ове датотеке могу да буду датотеке *CSS* или *JavaScript* кода које су саставни делови одређених библиотека. Неке од често коришћених библиотека које омогућавају лако проширење понашања веб заснованих програма на страни клијента су *jQuery*, *Bootstrap*, *AngularJS* итд. [171, p. 199]

5.1.2 Решења заснована на веб технологијама

У доступној литератури постоје примери раних решења која користе веб технологије, насталих у првој деценији од настанка Интернет прегледача, као алата за претраживање Интернет страница и коришћење програма заснованим на веб технологијама [172, 173, 174, 175].

У последњој деценији, настао је велики број веб заснованих решења намењених спровођењу аутоматизованог оцењивања студената. Одређена развијена решења за тестирање су самостална и опредељена само намени спровођења електронских тестова, док су нека саставни део већих система за електронско учење, која су уобичајено развијена у виду модула који може и не мора да се користи у оквирима таквих система шире намене [176, 177, 178, 179].

Једно од најкоришћенијих решења која су заснована на веб технологијама је платформа за електронско учење Мудл (енгл. *Moodle*). У питању је платформа отвореног кода, која је бесплатно доступна. За развој ове платформе је коришћен језик за писање скрипти *PHP*, док је као препоручени систем за управљање релационим базама података одабран *MySQL* [180], уместо којег може да се користи и *MariaDB*, који представља копију оригиналног *MySQL* пројекта, са побољшањима, како у смислу деловања, тако и у смислу учинака, уз очување усаглашености извршних делатности са оригиналним пројектом [181, 182, 183]. Платформа Мудл подржава и систем за управљање релационим базама података *PostgreSQL* [184]. Осим наведених, платформа Мудл може да ради са још две примене система за управљање релационим базама података. Међутим, аутори ове платформе не подржавају те системе. У питању су *Microsoft SQL Server (MSSQL)* и *Oracle* систем база података [185, 186]. Већина технологија на којима се заснивају платформе за електронско учење, образовање на даљину и аутоматизовано тестирање и проверу знања су заснована на веб технологијама и отвореног су кода [187, 188, 189, 190].

Међутим, осим бесплатних решења отвореног кода која су заснована на веб технологијама, постоје и решења заснована на веб технологијама која нису бесплатна, нису отвореног кода и која су у понуди великих међународних предузећа [191]. Примери таквих платформи су *Microsoft Teams* [192, 193], *Google Classroom* [194, 195, 196] и сл.

5.2 Програми за аутоматизовано електронско тестирање

У образовању, тестом се сматра поступак утврђивања степена знања или вештина које је стекао ученик или студент. Постоје различити облици тестова који се користе у образовању. Када су у питању писани тестови, они су најчешће састављени од низа питања. Питања могу да буду отворене или затворене врсте [197]. Код питања отворене врсте, од студента се очекује да у слободном облику попуни поље за одговор.

Код питања затворене врсте, студент има понуђене одговоре, који могу да буду приказани на различите начине, а од студента се очекује да одговори који од понуђених одговора (један или више) су тачни или да на неки други начин повеже појмове који чине делове одговора, спајањем леве и десне стране, уписивањем тачног редоследа ређања одговора у сладу са суштином питања, да заокружи део слике којим би потврдио разумевање питања и показао да зна одговор итд.

Питања отвореног типа захтевају ручно прегледање од стране професора и не могу да буду лако аутоматизована. Начини да се поједностави или сасвим аутоматизује прегледање је могуће код питања затворене врсте. За оваква питања је могуће направити образац за оцењивање помоћу којег наставници могу знатно брже да обаве оцењивање упоређивањем одговора студената на тесту и обележених тачних одговора у обрасцу за свако појединачно питање. За тачније оцењивање студената овом врстом теста, неопходно је да база питања садржи већи број питања из сличних области. Ова мера има за циљ да смањи могућност варања на тестовима [198].

Међутим, чак и уз коришћење обрасца, поступак оцењивања тестова студената није у потпуности аутоматизован. Уколико се тест ради на папиру, потребно је употребити ручно упоређивање са обрасцем. Уколико је потребно употребити рачунар за спровођење аутоматизованог оцењивања по обрасцу, потребно је извршити претварање папирног теста у електронски облик, нпр. поступком скенирања, како би рачунарски програм могао да прегледа тест. Сасвим аутоматизовано оцењивање тестова, без ручних корака је могуће ако се тестирање изврши у потпуности у електронској форми, на рачунару, уместо на папиру. На овај начин, нестаје потреба за поступком којим се тест из папирног облика претвара у електронски, јер је тест већ доступан у електронском облику. Такође, нису потребни кораци као што је обрада слике у издвајање значајних делова слике теста за потребе оцењивања, јер су сви подаци о питањима, одговорима и о томе које одговоре и на који начин је студент попунио доступни у рачунарској меморији. Тако доступне податке, рачунарски програм може, према обрасцу, да оцени и тренутно да саопшти исход оцењивања, тј. оцену.

За потребе поступака рашчлањивања извршеног у овом истраживању, разматрана су само решења која подразумевају аутоматизовано оцењивање тестова урађених на рачунару. Оваква решења су најчешће утемељена на веб технологијама. Међутим, пре него што су решења утемељена на веб технологијама постала у највећој мери употребљавана, образовне установе су примењивале и решења која су посебно развијена за циљане платформе, тј. да се извршавају на одређеном оперативном систему који се користи на рачунарима у просторијама у којима се спроводи тестирање студената. Оваква решења су сада застарела и најчешће се употребљавају она заснована на веб технологијама.

Да би аутоматизовано тестирање ученика и студената могло да се спроведе, потребно је извршити одређене кораке у циљу припреме програма за тестирање. Потребно је обезбедити софтверску основу неопходну да се оваква веб решења покрену. Ту основу образовна установа може да закупи или да самостално успостави. Поступка успостављања потребне опреме и програмских пакета неопходних за покретање зависи од посебне врсте веб платформе на којој је заснован програм за електронско тестирање студената. У припреми електронског теста, наставници морају да изврше унос питања у електронском облику у спремиште података софтвера за електронско тестирање. Овај поступак је углавном у потпуности потребно ручно урадити и може дуго да траје. Питања се најчешће деле у целине које представљају предмете, области и јединице градива. Свако решење има своју поделу према којој групише питања. Питања могу да буду различитих врста, с тим да је основна подела на питања отвореног и питања затвореног типа. Сва питања затворене врсте могу у потпуности аутоматски да се оцене. Нека питања која су отворене врсте могу да се оцене аутоматски, онда када је одговор на њих, уз евентуални поступак сређивања вредности могуће упоредити са одговором који је очекиван и који се сматра тачним. Остала питања отворене врсте захтевају да их после теста наставници ручно прегледају и оцене како би било могуће одредити коначну оцену теста. Највећи број веб решења за аутоматизовано оцењивање која су доступна имају неки вид подршке за такве врсте питања отворене врсте која не могу у потпуности да аутоматски оцене. Међутим, у највећем броју случајева, оваква питања се не укључују у тестове. Независно од врсте питања каква задају, наставници морају да воде рачуна да ни у једном делу на укажу на могући одговор, чиме би умањили поузданост и сврсисходност таквог питања. Ово је посебно важно код врсте питања са понуђеним одговорима, где постоји један или више тачних одговора [24]. Код ове врсте питања, потребно је повести рачуна да у тексту самих одговора не стоје трагови који би указали на тачност тог у односу на друге понуђене одговоре [199].

Одређена решења подржавају додељивање различитог броја бодова појединачним питањима, јединицама градива или областима у оквиру предмета [200, 201], док друга свако питање вреднују на исти начин, бројањем тачних одговора и вредновањем сваког тачног одговора као један бод или делимично тачних одговора сразмерно броју тачних одговора обележених у списку понуђених, са или без казних бодова у случају обележавања барем једног нетачног одговора из списка [202]. Одређивање броја бодова је могуће приликом уноса питања у спремиште питања или приликом задавања теста, када је могуће одредити вредност појединачних питања или група питања, нпр. из одабране јединице градива или области. Да би могли да раде тест, студенти се пријављују са својим приступним подацима на део веб апликације намењен студентима. Потом покрећу тест уколико имају ту могућности. Уписивањем одговора на задата питања на начин на који је то потребно, зависно од врсте питања, испуњавају тест и на крају га предају. Ако тест није имао ни једно питање које наставник треба ручно да оцени, студент може одмах да види исход оцењивања свог теста, уколико није подешено другачије. Ако је тест имао барем једно питање које наставник треба ручно да оцени, исходе тестова може да достави наставник одређеним средством обавештавања или веб апликација сама, електронском поштом или на други начин, који је одређен у подешавањима.

Наставник има увид у решења тестова, обједињено и обрађено са увидом у закључке о успеху свих студената на тесту или увидом у појединачне радове тестова студената. Ова решења радова тестова најчешће може да преузме у облику текстуалне датотеке за пренос података или у облику датотеке намењене програмима за табеларна израчунавања, као што је *XLSX* [203].

У условима у којима је потребно често вршити проверу знања великог броја студената из разних делова области које обухватају предмети које студенти похађају, није увек могуће спроводити усмена испитивања са циљем провере знања. Иако постоје предрасуде према поступцима електронског оцењивања путем тестова [204], истраживања су показала да ови облици тестирања, у њиховом честом облику, са питањима затворене врсте, са једним или више понуђених одговора, могу да испоруче поуздане исходе оцењивања знања студената [205, 206, 199]. У оваквом случају, могу се примењивати програми за електронско тестирања студената, било да су засновани на веб технологијама или на другој платформи [207]. Програми за електронско тестирање студената имају главни циљ да убрзају поступак провере знања студената задавањем одређеног броја питања која могу бити уобличена на разне начине. Питања се деле на питања затворене и на питања отворене врсте [197]. Када је потребно спроводити у целости аутоматизовани поступак оцењивања одговора на тестовима, неопходно је да тестови садрже искључиво затворену врсту питања. Обе врсте питања имају предности и мане. Међутим, исходи провере знања тестовима са обе врсте питања дају приближно тачне исходе оцењивања [208, 209, 210].

Како су решења за оцењивање у облику електронског теста једна од првих развијених видова рачунарски помогнутог оцењивања [211], програма који раде на овај начин има највише [212, 213]. Суштински није могуће пронаћи, побројати, описати и упоредити сва решења ове врсте која су икада направљена. Због тога, у овом поглављу су приказана најчешћа решења која се данас користе и дати описи њихових посебних особина. Такође, један од важних разлога због којег је овај вид оцењивања знања и способности чест је његова употреба и изван области образовања. Тестови, као метод утврђивања поседовања степена знања се користе приликом издавања сведочанстава и уверења од стране државних органа и пословница предузећа којима се даје одобрење или потврђује стручност, способност и право обављања одређене делатности у датој струци.

Међународна удружења и установе користе тај вид оцењивања знања за издавање потврда о степену способности за коришћење страног језика појединцима, за процену нивоа вештина и за процену степена развијености интелигенције [214, pp. 53-55, 215, pp. 255-256, 216] итд. Врста питања која су најчешће примењивана су питања са понуђеним одговорима [199, 217].

Савремена софтверска решења за рачунарски помогнуто електронско тестирање су најчешће заснована на веб технологијама и деле се на решења отвореног и затвореног кода. Решења отвореног кода су углавном бесплатна, док се је за коришћење решења затвореног кода најчешће потребна куповина услуге или права за коришћење. Међутим, постоје и решења затвореног кода која јесу бесплатна за коришћење. Осим поделе на решења отвореног и на решења затвореног кода, она се деле и према својој основној намени.

Обично су решења за електронско тестирање саставни део већих целина која чине целе системе за електронско учење. Као таква, она представљају само један део чија намена је спровођење тестирања студената који користе платформе за електронско учење и у великој мери су уграђена и зависе од осталих делова таквих система. Примери таквих система су *Moodle* [177, 178, 187, 218], *Kahoot!* [219, 220, 221], *Quizizz* [221, 222], *Schoology* [223, 224, 225], *Edmodo* [226], *Google Classroom* [227, 228, 229], *Canvas* [230] и други.

Са друге стране, постоје решења чија основна намена није спровођење поступка оцењивања електронским тестовима. Оваква решења имају уопштenu намену за прављење разних упитника за прикупљање података. Нека од таквих решења дају могућност додељивања одређеног броја бодова појединачним одговорима или обележавања одређених одговора као тачне. На тај начин, пружа се могућност да се упитници направљени помоћу ових решења користе као тестови. Упоредивањем обележених одговора сваког попуњеног упитника са одговорима који су у упитнику обележени и познати као тачни, могуће је израчунати број бодова који се уважава за сваки примерак упитника. Нека од решења нуде да овај поступак оцењивања сама изврше, без потребе за накнадном обрадом од стране корисника. Примери оваквих решења за прављене упитника су *Google Forms* [221, 231, 232], *Microsoft Forms* [233], и други.

5.3 Програми за аутоматизовано прегледање радова

Једно од првих решења за аутоматизовано оцењивање студентских радова потиче из касних педесетих година прошлог века [211]. Иако није могуће доћи до првобитног изворног кода или његовог штампаног приказа, описи рада овог решења указују на то да је оно радило тако што је вршило провере излазних вредности студентског програма за дати улазни низ вредности са којима програм треба да ради. Имајући у виду да је исход програма био познат, било је могуће одредити низ улазних података и очекивани низ излазних који би били упоређени са стварним излазним вредностима студентског решења. Ово решење се ослањало на ручно одређивање улазних и очекиваних излазних вредности, као и на ручно читавање почетка програма, затим студентског дела и на крају коначног дела програма за оцењивање. То је било ограничење условљено начином читавања програма у меморију рачунара у то време. Исходи оцењивања радова овим решењем су били бинарни и могли су да укажу на то да ли је програм успешно завршен и тачан или је дошло до неке грешке и програм није вратио тачан, тј. очекиван излаз за дати задатак. Овај приступ одређује решење за оцењивање радова као полу-аутоматско. Свакако, оно је једно од првих решења које је охрабрило развој многих других решења.

Као једно међу првим решењима ове врсте, вреди поменути и решења за аутоматизовано оцењивање студентских радова у области програмирања које такође датира из овог времена [234]. Оно се ослања на употребу поступка који одговара функционалном тестирању, где се за одређени низ улазних вредности, од студентског решења узимају излази и упоређују са очекиваним излазима, с обзиром на то да је циљ програма унапред познат према његовој поставци.

Посебно софтверско решење, на основу рашчлањавања приказа изворног кода који је приложен у раду у којем је први пут описано [234], показује да програм за оцењивање излаза генерише серију псеудо-случајних узорака за улазне вредности програма, извршава студентски програм са генерисаним улазним вредностима, бележи излазне вредности и пореди их. На основу исхода поређења је могуће израчунати оцену. Ово решење се не ослања на рашчлањавање самог кода решења, већ искључиво на проверу његовог рада и у том смислу даје појединачне исходе оцењивања.

Иако не обухвата све чиниоце оцењивања рада које би извршио човек, ово решење помаже да смањи број радова које је потребно ручно прегледати. Радови чији излази су тачни за све серије псеудо-насумичних излаза не морају да буду прегледани ручно, јер је могуће претпоставити, са високим степеном сигурности, да је решење и добро написано. Уклањањем барем дела радова које је потребно ручно прегледати, умањује се обим посла, смањује време за оцењивање свих радова и објављивање исхода оцењивања радова студентима.

У то време, на Универзитету у Копенхагену, примењивано је решење које је омогућавало прегледање студентских програма написаних на језику АЛГОЛ (ALGOL). У техничком извештају објављеном средином шездесетих година [235] аутор описује начин рада ове врсте решења и даје преглед кода. Решење се заснива на уградњи студентског кода у код програма за оцењивање. Извршавањем овог кода, упоређује се излаз програма са вредностима које су очекиване за дати низ улазних вредности. Према томе, овај приступ се не разликује у великој мери од свих до тада представљених решења. Према начину употребе овог решења, оно је полуаутоматско, с обзиром на то да је потребно уградити ручно сваки студенски програм у постојећи код решења за оцењивање.

Средином шездесетих година прошлог века, на Универзитету у Сиднеју, развијен је систем за аутоматизовано оцењивање радова студената који је био уграђен као програм на самом оперативном систему на рачунару који су студенти користили за рад [236]. Овај систем је могао да бележи свако вежбање и његове исходе. Било је могуће израчунати оцене на основу забележених исхода вежбања извршених у одређеном временском опсегу за одређене предмете. Овај систем представља један од важних корака у унапређивању решења за аутоматизовано оцењивање, јер је поред дискретног исхода оцењивања пратио и време извршавања, што је представљало једна од првих покушаја да се мере и неки други показатељи који могу да указују на дејственост предатог решења, а не само на његову тачност.

Каснија решења су уводила нове метрике. Поред упоређивања очекиваних и добијених излаза за дате улазне вредности и времена извршавања, решења за аутоматизовано оцењивање су почела да рашчлањују и сам изворни код. Ово је постало посебно употребљавано у време настанка нових програмских језика, а посебно програмских језика са вишим степеном уопштеног разматрања. Постало је могуће писати веома сложене и обимне програме. Програмерима је било потребно све више времена да сагледају, рашчлањују и разумеју изворне кодове програма које су писали други програмери.

Из тог разлога, настала је потреба за инсистирањем на писању тачног кода, а не само на писању кода који би решио задатак. Тачно писање кода је препознато као важна и потребна вештина. Било је очигледно да је ову вештину било неопходно усвојити што раније, па је уведена као један од важних делова образовања у области програмирања на универзитетима и у школама које су училе ову вештину. Како би се подстакло усвајање вештине писања тачног кода, наставници су уводили правила у складу са својим ставовима и према начинима које су они заступали приликом писања свог кода. Правила су се временом развијала, гранала, спајала и настајала су општа одређења, појашњена и посебна правила и препоруке. Временом, софтверска решења за аутоматизовано оцењивање радова су почела да врше рашчлањавање изворног кода и да проверавају усклађеност решења са овим прописаним правилима, које су могле варирати од установе до установе, али чак и од наставника до наставника на различитим предметима у истој установи.

Увођење провере изворног кода и усклађености са начинима писања кода довело је до тога да је могуће пратити још особина решења које могу утицати на коначну оцену решења рада. Са друге стране, то је утицало на мотивацију код студената да више времена посвете поштовању прописаних правила, начини писања кода и, генерално, побољшања тачности свог кода [237].

Иако је већ у осамдесетим годинама било покушаја примене рашчлањавања изворног кода, најчешћа решења за оцењивање и проверу студентских радова су се ослањала на упоређивање очекиваних и добијених исхода извршавања целог програма или његовог дела, тј. појединачних функција.

Један пример решења за оцењивање студентских програмских решења, које је постојало и користило се истовремено са напреднијим приступима који врше и рашчлањавање самог кода програмског кода, коришћено је на Швајцарском техничком институту (ETH) у Цириху [238]. Ово је једно од првих решења које се заснива на употреби мрежне технологије. Софтверско решење за оцењивање радова студенти користе преко мрежних рачунара - терминала. Поступак прегледања студентског решења, оцењивање и бележење исхода се вршио на централном рачунару - серверу, на којем се програм за оцењивање извршавало. Студенти су могли самостално да користе ову мрежну услугу и могли су више пута да свој рад поднесу на прегледање. Софтвер се ослањао на упоређивање очекиваног излаза програма и излаза које се добијало извршавањем студентског програма. Овај алат је имао могућност да у случају грешке пронађе могуће разлоге грешке и објави их студенту. Иако је ово решење на основу делова који су га чинили било напредно, искуства студента су указивала на то да нису били задовољни овим приступом, због недовољно повратних информација какве би добијали од наставника који би ручно прегледали њихов код.

Почетном осамдесетих година прошлог века, настала су прва радна решења за оцењивање програмских задатака која се заснивају на рашчлањују кода као додатку провери исходе извршавања програма. Једно од ових решења је развијено за проверу начина писања програма на програмском језику Паскал (*Pascal*) [239].

Тврдња аутора потврђује тезу да увођењем провере начина писања кода програма и отвореним приказивањем грешака, студенти су додатно мотивисани да обрате пажњу на њих и да их исправљају. Ово решење предлаже и посебне метрике за програмске задатке и очекиване варијације решења. Недостатак генерализације код ове врсте решења га чини мање примењивим и прилагодљивим другим програмским језицима и начинима кодирања који се код тих језика користе. Међутим, сам приступ је отворио пут другим решењима која јесу увела метрике које могу да се генерализују и, уз мање измене, примене и за разне друге програмске језике.

Пример таквог решења настало је само неколико година касније, али је развијено са циљем провере кода програма написаног на програмском језику Ц (C) [240] и оно је инспирисало неколико каснијих решења [241, 242]. Ова решења су омогућавала корисницима да подесе поставке на основу којих би биле мерене усклађености кода приписаним са начинима писања кода. Тако је било могуће извршити тачно оцењивање поднетих програмских решења задатака.

Прегледом доступне литературе, а посебно објавама и описима програма за аутоматизовано прегледање решења радних задатака, могуће је дати одговор на једно од истраживачких питања.

Одговор 3 – Одговор на истраживачко питање (А)

На основу закључака и приказа из обрађене литературе, могуће је дати одговор на истраживачко питање (А), који је потврдан и којим се потврђују хипотезе (I) и (V) овог истраживања. Даље студије случаја сопствених решења за аутоматизовано прегледање радова, а посебно решења за аутоматизовано прегледање решења радних задатака студената, теже да се закључци донети прегледом литературе потврде кроз сопствени развојни истраживачки рад.

5.4 Начини отпремања решења радних задатака

Саставни део поступка решавања радног задатка из предмета у оквиру области информационих технологија подразумева потребу да то решење буде достављено наставнику да буде прегледано.

У условима рада у електронским учионицама, студенти по завршетку решавања радног задатка своја решења могу да отпреме наставницима на више начина, међу којима су копирање својих решења задатака у мрежно спремиште доступно у оквиру мреже рачунара у електронској учионици у којој студенти раде задатке. Потребно је да се изврше одређена подешавања којима би се обезбедило да датотеке уписане у овом мрежном спремишту не могу да се мењају нити да студенти могу након уписа да их преузму, отворе и прегледају. Преузимање и прегледање датотека у директоријуму у овом спремишту мора бити могуће само за наставнике. Овако нешто може да буде решено укидањем права читања садржаја над свим постојећим и новим датотекама и директоријумима унутар директоријума таквог спремишта.

У условима рада изван електронских учионица или са више места, са којих није могуће обезбедити приступ претходно описаном спремишту за отпремање решења радних задатака, могуће је развити програмско решење које се заснива на веб технологијама које је доступно студентима преко Интернета и које омогућава отпремање решења радних задата наставницима.

Оваква решења је могуће развити тако да буду заснована на постојећим платформама [243, 244, 245, 246] за дељење датотека преко Интернета или је могуће развити сопствено решење, по угледу на решење које је развио аутор за потребе установе на којој је ангажован као наставник [247]. Последњих година, настали су програми за прегледање решења радних задатака у разним другим областима, изузев области програмирања, које је у овом раду обрађено, нпр. у области електронике [248], писња [249, 250], медицине [251] итд.

У случају програмских решења заснованих на веб технологијама за могућност удаљеног приступа апликацији за отпремање решења радних задатака студената, студенти се на апликацију пријављују коришћењем својих приступних података, који могу бити студентски број индекса, адреса електронске поште, корисничко име и други подаци, уз лозинку студентског налога, лични број студента или неки други податак који се користи за одобравање приступа студентском налогу. По пријави на апликацију, студенти отпремају своје решење задатка на исправно место, под назив предмета, ознаку задатка, име наставника којем шаљу радове или на неки други начин одређено место за отпремање радова, а у складу са упутствима истакнутим у поставци задатка. Затим, студенти добијају потврду о успешно завршеном поступку отпремања датотеке са решењем задатка. Према раније наведеним ограничењима које апликације или спремишта за отпремање треба да испоштују, студенти нису у могућности да своје послате радове преузму, као ни да виде или приступе решењима које су отпремили други студенти.

Наставници, који треба да се пријаве на апликацију са својим посебним приступним подацима, могу да имају увид у послате радове студената. Потребно је да се уведу ограничења приступа, постављена на тај начин да наставник може да види само радове који су послати њему или за задатак који је он поставио. Наставник не може имати могућност да види, преузима или на било који други начин управља радовима студената који су послати другим наставницима или за задатке које су задали други наставници.

Изузев могућности развоја сопственог програмског решења чија намена би била пријем радова студената, могућа је употреба постојећих веб услуга као што су програми за прављење упитника *Google Forms* [252, 253] или *Microsoft Forms* [254, 255]. Они могу да се користе за пријем решења задатака студената. Ово представља прилагођени облик употребе програма који су намењени за прављење упитника и прикупљање одговора на упитнике.

6 Студије случаја сопствених решења

У овом поглављу су приказане две студије случаја сопствених решења израђених са циљем подршке поступку провере усвојених знања и стечених радних вештина студената са подршком за самостално оцењивање студентских радова, без учешћа наставника или испитивача у поступку прегледања радова и одређивања вредности коначне оцене. Сопствена решења су развијана са циљем да подрже посебне потребе установе које нису могле у потпуности да буду задовољене доступним решењима. Сопствена развијена решења за оцењивање студената обезбеђују везу са информационом системом установе.

Овом везом су обезбеђене додатне могућности, као што су провера да ли је налог студента отворен, да ли студент може да започне рад теста или радног задатка у испитном року на основу провере постојања исправне пријаве испита, као и друге провере и повезивања са студентским налогом у информационом систему установе. Представљена су два решења за два начина провере и оцењивања.

Прво решење има првенствено намену да се помоћу њега спроводи провера степена усвојеног знања, која уз посебна прилагођавања питања може да послужи и за потребе провере степена стечених радних вештина, на посредан начин. У питању је систем за аутоматизовано прегледање тестова које студенти раде електронски, на рачунару, из електронске учионице или преко Интернета, од куће или са друге локације.

Друго решење има искључиво намену да се помоћу њега спроводи провера степена стечених радних вештина, на непосредан начин. У питању је систем за аутоматизовано прегледање решења радних задатака студената.

6.1 Решење за аутоматско прегледање електронског теста

Назив апликације која се користи за електронско тестирање студената на Универзитету Сингидунум је УНИС Мулти-Тутор (скраћено МТутор) [202]. Апликација омогућава лако и брзо утврђивање степена усвојених знања студената и оцењивање. Начин провере знања је електронским тестом са питањима са једним или више тачних одговора. Апликација омогућава студентима да се пријаве са својим бројем индекса у циљу полагања тестова. Апликација за електронско тестирање се користи за све предмете на свим факултетима који су саставни део Универзитета Сингидунум, као и на неколико факултета придружених Универзитету. У наставку је приказана студија случаја која обухвата појединости везане за развој овог сопственог решења за електронско тестирање студената, начин употребе из угла три врсте корисника апликације, приказ њеног рада у различитим случајевима коришћења, приказ исхода и оцену погодности овог решења за његову основну намену, са прегледом уочених предности и мана.

6.1.1 Развој сопственог решења

Апликација за електронско тестирање са аутоматизованим прегледањем тестова је развијана на темељу технологија за развој веб апликација. Решена је као клијент-сервер апликација. Сви делови корисничке стране апликације се у целости допремају Интернет прегледачу са сервера. Целокупан код сваке странице се припрема на страни сервера и унапред припремљен се доставља Интернет прегледачу за сликовни приказ. Изворни код апликације је писан *PHP* језиком за писање скрипти.

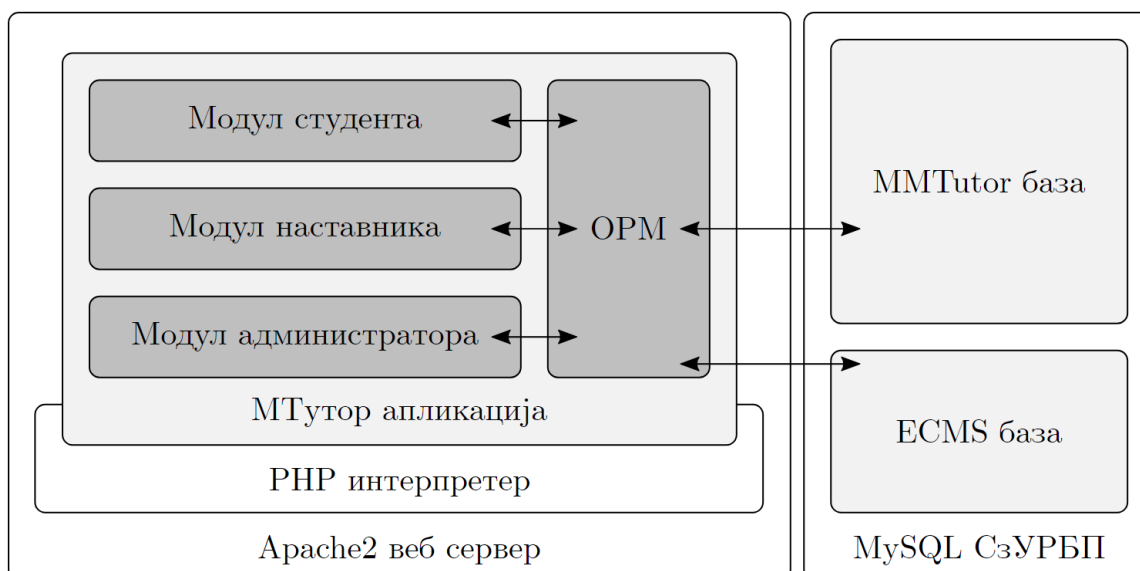
Изворни код делова за обликовање кода страница је писан коришћењем језика за писање образаца библиотеке *Smarty*. За спремиште података апликације, коришћен је *MySQL* систем за управљање релационим базама података (енгл. акр. *RDBMS*). Апликација може као спремиште података да користи и *MariaDB* систем за управљање релационим базама података, који је сагласан са *MySQL* и међусобно су замењиви. Апликација може да буде покренута на оперативним системима из породице *Windows* или на дистрибуцијама *GNU/Linux* оперативних система. На месту серверске апликације, користи се *Apache2*.

6.1.1.1 Уређење решења

Апликација за електронско тестирање је уређена у складу са клијентско-серверском архитектуром. Све захтеве обрађује серверски део апликације, који одговоре шаље клијентима који су захтеве упутили. Целокупан изворни код се налази на страни сервера и сервер у целости припрема садржај одговора који се упућује клијентској страни за обликовање сликовног приказа.

Искључиво серверски део апликације успоставља непосредну везу са базом података и може да отпрема и допрема податке у и из базе података. Корисници се, зависно од улоге, пријављују на апликацију употребом различитих приступних података, а чињенице везане за њихов рад у оквиру апликације, од тренутка пријаве, се чувају у меморији сервера, изван базе података.

Једнозначно утврђивање припадајућих података привремено сачуваних у меморији сервера за време рада апликације се врши на основу јединствене ознаке коју клијент доставља са сваким захтевом серверу, а који се чува у меморији рачунара у облику датотека колачића које користи Интернет прегледач. Јединствена ознака се доставља аутоматски, без потребе за подешавањима Интернет прегледача код клијента.



Слика 1 - Уопштени приказ уређења апликације МТутор

Као што може да се види на Слика 1, у MySQL систему за управљање релационим базама података су доступне две базе података. Апликација је подељена у модуле према улогама корисника и то у модулу за студенте, модулу за наставнике и модулу за администратора. Веза између појединачних модула и база података је посредна.

Апликација примењује модел објектно-релационог мапирања података (енгл. акр. *ORM*). Према *ORM*, корисници података, који су у овом смислу модули апликације, никада не могу да имају непосредан приступ складишту података у систему за управљање базама података.

Уместо тога, *ORM* служи као посредник који обезбеђује моделе података модулима, као и функције које се над тим моделима могу позвати, а посредством којих је могуће управљати подацима који се налазе у бази података [256]. Осим улоге посредника између модула и база података, модели намећу одређена ограничења. Ова ограничења зависе од стања базе података, података у табелама базе за које су задужени и од тренутних поставки саме апликације. Модули немају начин да заобиђу ова ограничења, уколико она ступе на снагу у било ком тренутку.

Функције модула су тако написане да предвиђају могућност да захтеване измене над подацима у бази не могу да буду извршене и имају начине да управљају тим насталим изузецима, без да то утиче на нестабилан рад апликације. Иако *ORM* доводи до смањења перформанси, оно олакшава развој апликације [257, 258].

6.1.1.2 Улоге корисника

Апликација познаје три улоге корисника који имају могућност пријаве и употребе њених посебних делова. Доступне су улога администратора, улога наставника и улога студента. Улога наставника се поистовећује са улогом испитивача, с обзиром на то да се апликација користи у сврхе провере степена усвојених знања и, посредно, степена стечених радних вештина студената.

За сваку од улога корисника постоје посебни делови апликације кроз коју се ови корисници пријављују својим приступним подацима. Приступни податак администратора је администраторска лозинка.



Слика 2 - Уопштени приказ функција доступних администратору

Администратор може да се пријави на апликацију искључиво са унапред одређених адреса у мрежи рачунара унутар канцеларија у згради установе. Не постоји могућност да се администраторском делу апликације приступи из јавно доступног дела мреже, тј. са Интернета. У одређеним околностима, удаљени приступ апликацији може да буде онемогућен, подешавањем посебних поставки апликације, било кроз модул администратора или непосредним утицањем на уређење система.

Администратор има следеће могућности, обезбеђене у апликацији:

- да управља списком факултета, тако да студенти са наведеног факултета могу да користе апликације за тестирање;
- да управља предметима, као и да уређује податке о јединственим ознакама предмета, које морају да буду у сагласности са оним у факултетски информациони систем, у циљу неометаног вршења аутоматског усаглашавања података о пријавама испита студената;
- да управља налозима наставника, којима може да уређује приступне параметре и ангажовања на предметима;
- да управља налозима студената, иако апликација аутоматски прави налоге према подацима из факултетског информационог система;
- да управља испитном роковима у којима се омогућава рад тестова;
- да управља другим поставкама апликације.

Наведене могућности, које су администратору стављене на располагање, може да користи само уколико се пријави на апликацију коришћењем исправних приступних параметара администраторског налога.



Слика 3 - Уопштени приказ функција доступних наставнику

Наставник се пријављује са корисничким именом и лозинком на део апликације намењеном наставницима, отварањем посебне путање намењене познате наставницима.

У оквиру наставничког дела апликације, наставник има увид у своје предмете на којима је ангажован од стране администратора, а у складу са листом ангажовања наставника на факултетима. Функције које су стављене на располагање наставнику, у оквиру наставничког дела апликације су:

- Управљање базом питања у оквиру свог предмета, где може сам да изгради поделу по областима, под којим уноси и уређује питања са понуђеним одговорима;
- Задавање тестова, где може да одреди колико питања из које области ће бити искоришћено случајним избором приликом прављења тестова за сваког студента појединачно, од стране апликације;
- Праћење тестирања, где наставник може у реалном времену да прати који студенти раде тест, до којег питања су стигли, која питања су им задата, колико времена им је остало за рад итд;
- Увид у радове студената, где наставник може да прегледа све радове тестова студената на предметима на којима је ангажован, да сагледа која питања су одговорили тачно, а на која су погрешили и да студентима омогући увид у исход тестирања, као и да понуди савете и да смернице за додатно учење са циљем стицања боље оцене;
- Извоз исхода тестирања, где наставник може да изведе исходе радова на сваком тесту појединачно, у три врсте датотека, зависно од намене извезених исхода тестирања и то:
 - ▶ За потребе вођења личног увида у исходе тестирања;
 - ▶ За потребе објаве на страници предмета [8, pp. IV-5.9];
 - ▶ За потребе увоза у факултетски информационални систем.
- Увид у статистику питања, помоћу које може да утврди да ли постоје питања која имају грешку у поставци, услед изванредно великог броја погрешних одговора, али и за укупну процену тежине одређене области студентима, током полагања тестова;
- Управљање налогом, где може да промени своју лозинку налога.



Слика 4 - Уопштени приказ функција доступних студенту

Студенти се пријављују на студентски део апликације одабиром свог факултета и уносом свог студентског броја индекса у оквиру поља основне странице апликације за електронско тестирање. Наставници и студенти могу да се пријаве и из локалне мреже и са јавног дела мреже, тј. са Интернета, с тим да студенти могу да покрећу тестове са Интернета само уколико наставник за одређени тест одреди да је тај тест могуће покренути са Интернета и то уз одређивање посебних услова који важе за време рада теста.

Студент има најмање функција. Пре покретања теста може да провери могућност приступа камери, да прегледа листу тестова и да покрене рад теста.

6.1.1.3 Уређење података

Као што је приказано уопштеним приказом уређења апликације, види се да је чување података подељено у две базе података, које се налазе на истом серверу базе податка.

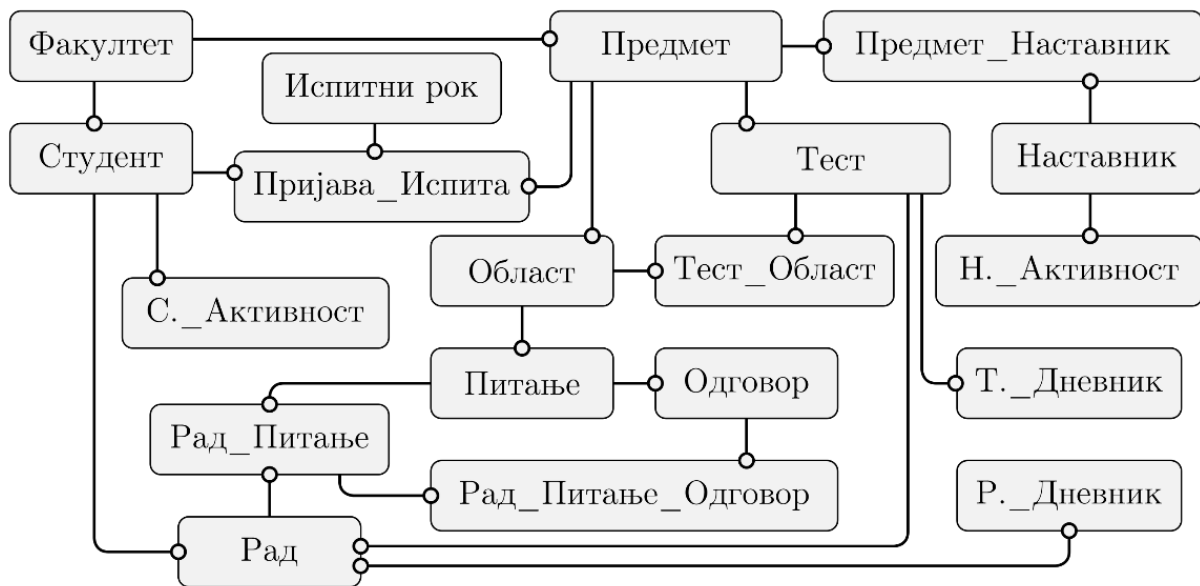
Прва база података садржи табеле унутар којих се чувају подаци који одређују начин рада саме апликације, распоређивање делова графичког корисничког интерфејса и могућност употребе посебних могућности које су на располагању наставницима који користе апликацију за одређивање и постављање тестова.

Друга база података садржи табеле унутар који се чувају подаци о факултетима, предметима, областима питања, питањима, одговорима на питање, подацима о студентима, пријавама испита, припремљеним и задатим тестовима, студентским радовима, обележеним одговорима, исходима тестирања и друге податке важне за спровођење поступка електронског тестирања студената.

Образац по којем се чувају подаци у табелама, који се огледа у попису табела, њихових поља и веза међу њима је прошириван и унапређиван годинама. У том периоду, примењивано је неколико различитих правила именовања табела, поља и релација.

Из овог разлога, није примењено исто правило именовања на све табеле у бази података, што у одређеној мери може отежати сналажење у бази податка и једно је од недостатака, који не утичу на брзину одзива и рада базе података, а самим тим и апликације, већ искључиво има утицај на брзину и дејственост током развоја нових могућности апликације, а који се непосредно ослањају на податке доступне у бази података. Увођење нових могућности апликације су довеле до тога да се у деловима апликације примењује образац именовања који није у складу са оним установљеним за апликацију. Један од разлога је био приликом повезивања са факултетским информационим системом, који користи други образац.

Редовно се праве резервне копије садржаја обе базе података на серверу које се чувају неограничени временски периоду уназад. Ове резервне копије су увек доступне за проверу и надзор над тачношћу и непромењивошћу исхода тестирања студената.



Слика 5 - Приказ табела апликације МТутор и њихових веза

Модел базе података је изграђен тако да подржи предвиђене функције апликације МТутор. Са слике Слика 5 се види да је модел података у великој мери поједностављен. С обзиром на природу ангажовања наставника на предметима и њихове дељене дужности и потребу да увек имају увид у исходе оцењивања тестова, изостала је непосредна веза између појединих тестова и наставника, већ је веза између наставника и тестова посредна, преко везне табеле са предметом и преко самог предмета. Приликом задавања тестова, одређује се број питања из одабраних области, те је везна табела која спаја тест и област допуњена податком о броју питања из те области које треба укључити у појединачни тест који се задаје студенту. Тест може садржати само питања из области које припадају предмету за који се тест припрема, а једно питање може имати више одговора. За сваки одговор понаособ, уписује се да ли он важи за један од тачних међу понуђенима. Оно што се из приказа не види, а део је структуре самих табела, одређено њиховим пољима, је својство теста, који може да буде одређен као колоквијум, испит или активност.

Ово својство нема утицаја на састављање или начин приказа теста студенту током рада, већ има утицаја на то да ли тест може да буде покренут или не, у одређеним околностима, зависно од тога да ли је у току испитни рок и да ли студент у том року има пријављен испит. Уколико није у току испитни рок, а тест је постављен као колоквијум, моћи ће да се покрене. Тестови подешени као активности, могу увек да се покрећу и користе се за проверу усвојених знања током наставе, за стицање бодова за активности током наставе. Како студенти припадају одређеном факултету, они могу да виде и покрену само тестове који припадају предметима на том факултету. Сваки предмет има групу области, са више питања која им припадају. Питања и одговори могу садржати прост текст, али могу бити и слике, табеле и други обликовани садржаји.

Покретањем теста се студентима уноси у евиденцију њихов рад. За тај рад се везују питања из области придружених том тесту. Унапред се саставља листа питања, онолико колико је одређено приликом састављања теста, с тим да се питања бирају насумично, а међу њима се и сваки одговор који припада том питању ређа насумично, те му се додељује јединствени лични број, како се не би могао изградити првобитни редослед на основу изворних редних бројева одговора. Тако измешана група питања се задаје студенту, једно по једно, у групама од по неколико или сва одједном, зависно од тога како је подешен тест. За сваки одговор се бележи да ли га је студент означио као тачан или не, да би се на крају рада могло спровести оцењивање.

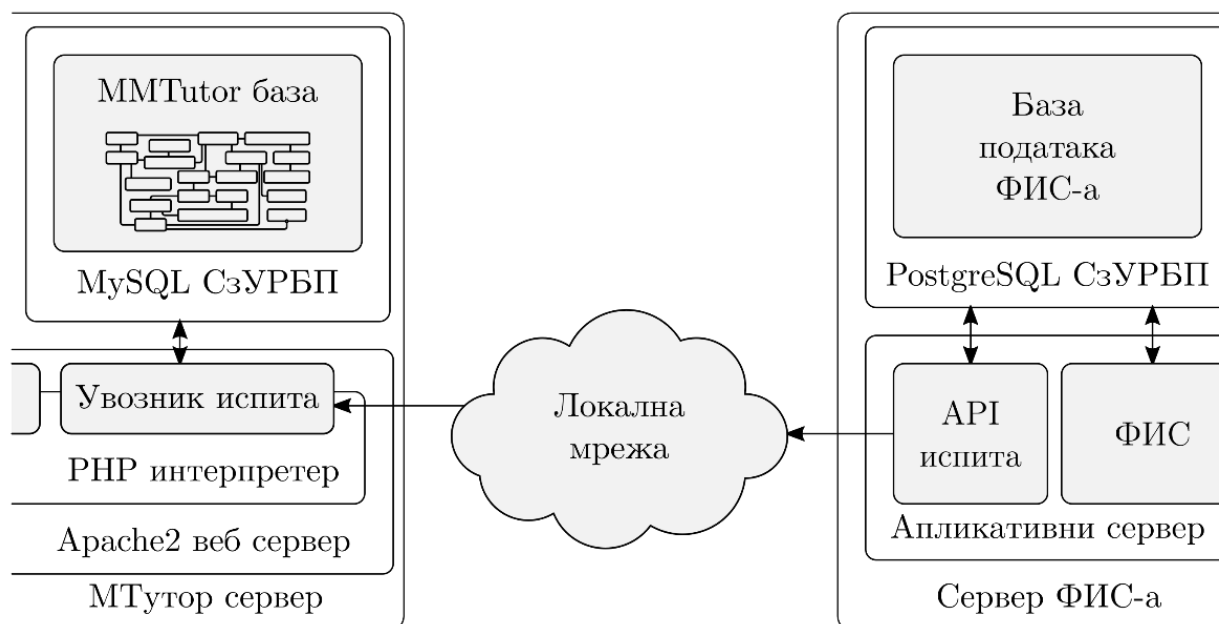
Свака активност студента или наставника у апликацији се бележи, а прави се и дневник промена и догађаја који су настали у вези са сваким тестом и сваким радом студента. Ови подаци се користе за контролу, али и аналитику.

Подаци о испитном роковима и пријавама испита студената, у базу се увозе из факултетском информационог система, посредством посебне везе, која је за те потребе обезбеђења и развијена и остварена у затвореној мрежи између два сервера.

6.1.1.4 Веза са информационом системом

Апликација за електронско тестирање је повезана са факултетским информационом системом. Посредством ове везе, апликација допрема потребне податке за свој рад, као што су подаци о налозима студената, подаци о извршеним пријавама испита на предметима у току испитних рокова итд. Међу подацима о студентима се налазе подаци о томе да ли су студенти укључени у посебне програме подршке, као што је програм подршке запосленим студентима, за које наставници могу да обезбеде поподневни рок за излазак на испит, након радног времена, када могу да полажу тестове, за који наставници могу да подесе тест тако да буде онемогућено покретање теста студентима који нису укључени у програм подршке запосленим студентима.

Апликација аутоматски, у унапред одређеним тренуцима у току сваког дана, преузима потребне податке из информационог система и прави неопходне промене у бази података како би ускладила свој рад са прописаним правилима. Веза са информационом системом је остварена кроз локалну мрежу унутар зграде установе у којој су скућени и сервер апликације за електронско тестирање и сервер факултетског информационог система, а размена података се врши једносмерно допремањем искључиво унапред одређених података од сервера факултетског информационог система апликацији за електронско тестирање. Веза је обезбеђена шифрованом разменом података и није доступна ни кориснику који има улогу администратора над апликацијом.



Слика 6 - Веза МТутор-а и ФИС-а за пренос података о испитима и пријавама

Слика 6 приказанује везу између сервера на којем се извршава МТутор апликација и сервера на којем се извршава факултетски информациони систем. На серверу ФИС-а је обезбеђен посебан једносмерни веб сервис који у шифрованој размени података преноси податке о пријавама испита студената, које посебан програм, који се извршава независно од апликације МТутор увози у базу података МТутор апликације. Овај процес преноса података се аутоматски извршава неколико пута на дан, али га је могуће и ручно покренути из администраторског дела апликације МТутор. Осим што је шифрована, размена података је могућа искључиво у локалној мрежи између сервера МТутор апликације и сервера ФИС-а, која је изолована.

6.1.2 Приказ рада програма за електронско тестирање

О овом одељку су приказани описи појединачних случајева коришћења апликације за електронско тестирање из угла три наведене улоге корисника. Подразумева се да корисници имају одговарајуће приступне податке и права приступа посебним деловима апликације са одговарајућих извора саобраћаја кроз рачунарску мрежу, у односу на сервер на којој је покренута апликација.

6.1.2.1 Управљање основним поставкама

Корисник са улогом администратора има задатак да на почетку рада апликације за електронско тестирање изврши све припреме и подешавања која подразумевају унос података о факултетима за које је употреба апликације за електронско тестирање стављена на располагање, да отвори наставничке налоге, да направи предмете које додељује наставницима и да пусти у рад апликацију за електронско тестирање за приступ из локалне и из јавне мреже. Једном наставнику може бити додељено више предмета и један предмет може да има више наставника којима је додељен.

6.1.2.2 Састављање питања

Пошто корисник са улогом администратора припреми факултете и додели направљене предмете наставницима, наставници у оквиру својих предмета могу да праве области, које представљају целине градива за које се врши тестирање. Свака област може садржати једно или више питања, а питања садрже два или више понуђених одговора. Највећи број понуђених одговора није ограничен, али се примењују смернице из истраживања која су утврдила прикладан број одговора за питања, зависно од тога да ли питања имају једно или више тачних, међу понуђеним одговорима [199, 205]. Садржај питања је начелно текстуалан, с тим да подржава употребу *HTML* кода, којим се стављају на располагање употреба уграђених делова као што су слике, табеле итд. Апликација за електронско тестирање не подржава увезивање спољашњих датотека у текст питања. Садржаји као што су слике морају да буду уграђене у сам текст питања у облику који је за то предвиђен. За ову врсту уграђивања слика у текст питања, користи се навођење кодираног садржаја датотеке слике са припадајућом ознаком врсте слике у пољу извора ознаке `` [259].

Додавање питања

Питање

Koji od odgovora sadrži prikaz moda direktorijuma ili datoteke čije privilegije su opisane sledećim tekstom:

U pitanju je direktorijum nad kojim vlasnik ima pravo listanja strukture, korisnici koji pripadaju grupi kojoj pripada direktorijum nemaju nikakva prava i ostali korisnici na sistemu imaju prava listanja i menjanja strukture.

Môd može biti izražen numerički ili tekstualno.

(Bez obzira na to da li je kombinacija privilegija upotrebljiva/moguća za datoteku ili direktorijum ili ne!)

Одговори

406	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="−"/>
-г----хгв-	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="−"/>
-г--гвхгв-	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="−"/>
401	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="−"/>
402	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="−"/>
-г--г-хгв-	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="−"/>

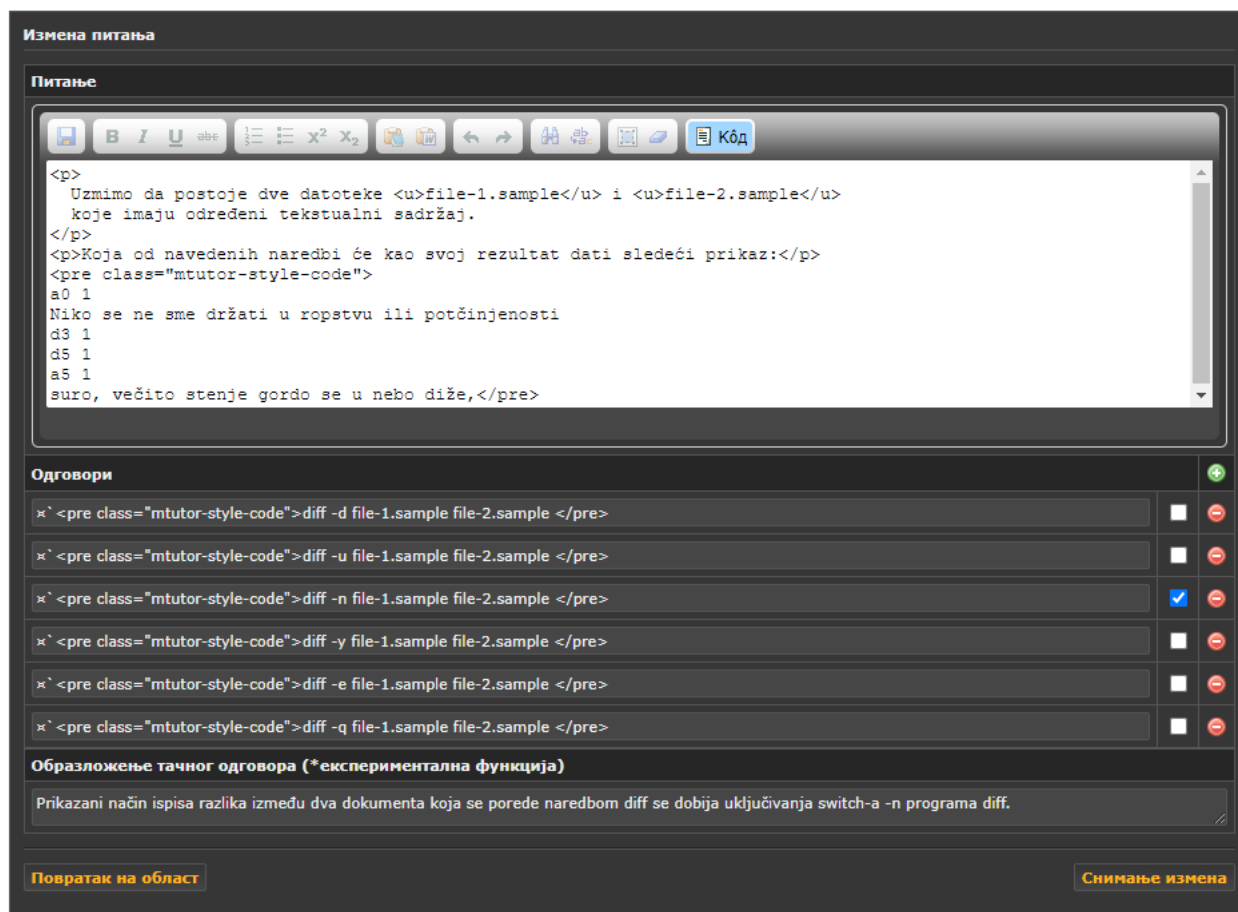
Образложење тачног одговора

S obzirom na to da ni jedan od tekstualnih prikaza ne odgovara direktorijumu, jer počinju simbolom - (minus) koji označava obične datoteke, ti odgovori svakako nisu tačni. Od preostalih odgovora, koji imaju numerički prikaz privilegija, ako primetimo da sva tri počinju sa 40x, treba da posmatramo samo poslednju cifru, koja u ovom zapisu privilegija određuje privilegije koje se odnose na sve ostale korisnike sistema koji nisu vlasnik (prva cifra) ili grupa kojoj stavka pripada (druga cifra). U tekstu je naznačeno da svi ostali korisnici sistema imaju prava listanja i menjanja strukture direktorijuma, što je za direktorijume moguće odrediti dodeljivanjem privilegija R i W, ali se ne pomirje izričito da treba da imaju pravo da promene svoju radnu putanju u ovaj direktorijum, što bi bilo moguće privilegijom X. Prema tome, R i W odgovaraju vrednostima 4 i 2, što je ukupno 6 za tu poziciju, te je odgovor 406 tačan.

Повратак на област **Додавање питања**

Слика 7 - Приказ форме за додавање новог питања

Приликом додавања новог питања, наставним има могућност да одабере да ли жели да упише текст питања у облику простог текста или да користи *HTML*. Слика 7 приказује изглед форме за додавање, где се види дугме означено текстом "Код" које омогућава промену овог мода уноса текста питања. Приликом уноса понуђених одговора, наставник може да дода место за један или више понуђених одговора, као и да обрише места за понуђене одговоре која су сувишна за тренутно питање. На слици Слика 7, приказано је округло зелено дугме са знаком плус, којим се додаје нови понуђени одговор, док поред сваког одговора постоји округло црвено дугме са знаком минус којим је сваки појединачни понуђени одговор могуће уклонити. Не може бити мање од два понуђена одговора, нити више од 32, иако овај број понуђених одговора никада није употребљен у апликацији. Поље одговора подразумевано подржава унос простог текста, с тим да из навођење посебног знака на првом месту текста понуђеног одговора, може да учини да се апликација према унетом тексту понуђеног одговора опходи као да је *HTML* и да га прикаже на исправан начин.

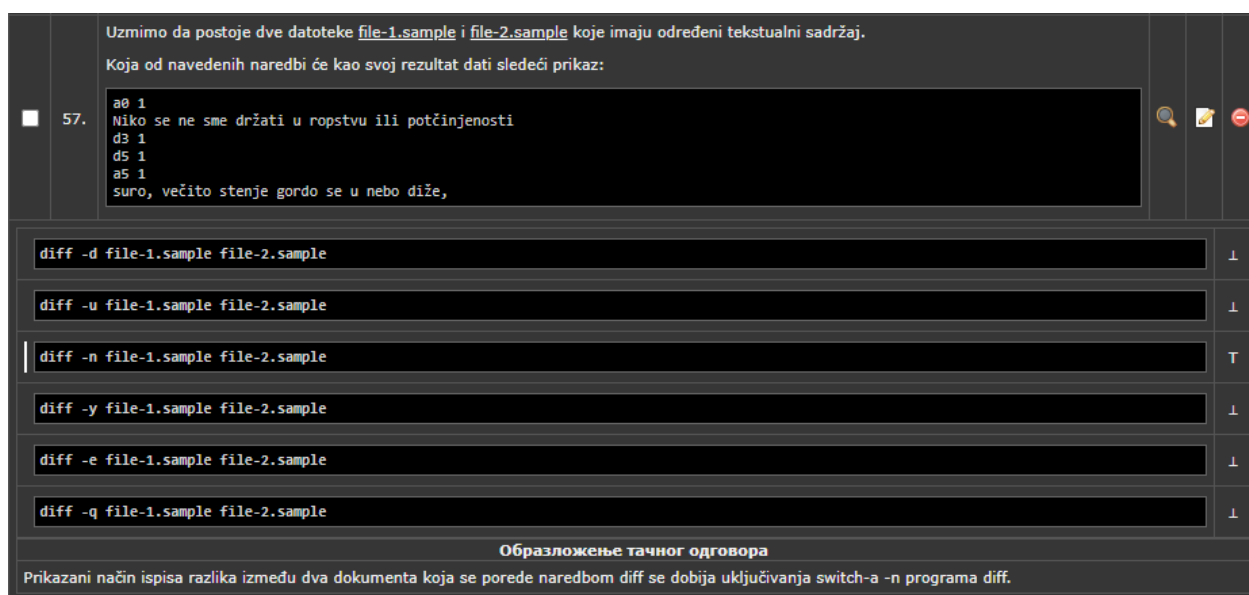


Слика 8 - Приказ форме у којој и текст питања и одговора чини *HTML* код

Осим што је раније назначено да питање може имати *HTML* код, кликом на дугме за приказ кода текста питања чија непосредна измена је тако могућа, за унос *HTML* кода за текст одговора, потребно је у поље одговора, на сам почетак, прво унети два посебна знака, након којих следи *HTML* код текста одговора.

Знакови који треба да се унесу су знак валуте Ɱ (у *Unicode* кодној шеми U+00A4) и знак за краткоузлазни акценат ` (у *Unicode* у кодној шеми U+0060). Ова два знака су одабрана, јер не могу случајно да се нађу у тексту, а за њихов унос на тастатури, потребно је прво користити на српском распореду тастера комбинацију тастера десни *Alt* и тастер за слово *Ž*, па затим променити распоред тастера на амерички енглески и притиснути тастер који се налази лево од тастера за цифру 1, изнад словног дела тастатуре. Како је скоро немогуће случајно извршити унос ова два знака, они су одабрани за означавање да садржај текста одговора треба тумачити као *HTML*, а не текст.

У складу са овиме, садржаји питања и одговора су подразумевано прост текст, а уносом посебних знакова за означавање могу да се подесе да се апликација према њима опходи као према *HTML* коду и да их на потребан начин обради и прикаже.



Слика 9 - Приказ питања чији су и поставка и понуђени одговори *HTML*

Слика 9 приказује како у наставничком делу МТутор апликације изгледа преглед састављеног питања које се приказује у листи свих питања која припадају одређеној области предмета на којем је ангажован наставник.

За сваки понуђени одговор, наставник обележава да ли је у питању тачан понуђени одговор или не. Питање може имати најмање један од понуђених одговора који је обележен као тачан. Такође, наставник може да обележи све понуђене одговоре као тачне. Овај случај је редак и није препоручен.

С обзиром на то да апликација неће сама приказати студентима колико одговора од понуђених је тачно, у случајевима када постоје барем два тачна одговора међу понуђенима, наставник може да одлучи да тај податак стави као напомену у тексту питања. База података за електронско тестирање намеће одређена ограничења у погледу дужине текста питања и појединачних понуђених одговора. Текстови питања и понуђених одговора су ограничени на 2^{16} бајтова (64 килобајта) текста кодираног *UTF-8* начином кодирања промене ширине.

6.1.2.3 Примери састављених питања

Као што је описано у претходном одељку овог поглавља, решење за аутоматизовано прегледање електронских тестова подржава искључиво врсту питања са понуђеним одговорима, где је могуће да постоји један или више одговора који су обележени као тачни. Текст питања, као и текстови одговора могу да садрже *HTML* кодове помоћу којих је могуће уградити илустрације, табеле и друге илустрације које обезбеђују више могућности за састављање сложених врста питања, докле год се она уклапају у оквире питања са више понуђених одговора. У наставку је дато неколико примера таквих питања.

Поред понуђених одговора је наведена ознака \top или \perp која означава да ли је понуђени одговор питања обележен као тачан. Могуће је да постоји више одговора који су означени као тачни ознаком \top .

Иако постоји могућност да сви понуђени одговори у једном питању буду тачни, овај приступ није коришћен приликом састављања питања.

1. Пример питања за проверу познавања наредби за кретање кроз стабло датотека и директоријума:

Који од наведених одговора је исправан позив наредбе којом се радни директоријум поставља на директоријум са именом *Projekat*, који се налази унутар тренутног радног директоријума?

- | | |
|----------------------------------|---------|
| ▪ <code>cd Projekat</code> | \top |
| ▪ <code>cd ../Projekat</code> | \perp |
| ▪ <code>cd .Projekat</code> | \perp |
| ▪ <code>cd ../../Projekat</code> | \perp |
| ▪ <code>cd /Projekat</code> | \perp |
| ▪ <code>cd /.Projekat</code> | \perp |

2. Пример питања за проверу познавања наредби за брисање датотека и директоријума:

Који од наведених одговора је исправан позив наредбе којом се у директоријуму *Test*, који се налази у самом корену матичног директоријума пријављеног корисника, брише директоријум са именом *Projekat*, под претпоставком да, ако постоји, да тај директоријум није празан?

- | | |
|---------------------------------------|---------|
| ▪ <code>rm -rf ~/Test/Projekat</code> | \top |
| ▪ <code>rmdir ~/Test/Projekat/</code> | \perp |
| ▪ <code>rm ~/Test/Projekat/</code> | \perp |
| ▪ <code>rm -rf Test/Projekat</code> | \perp |
| ▪ <code>rmdir Test/Projekat/</code> | \perp |
| ▪ <code>ckear Test/Projekat</code> | \perp |
| ▪ <code>rm Test/Projekat/</code> | \perp |

3. Пример питања за проверу познавања преусмеравања излаза наредбе у датотеку и познавања системских датотека уређаја.

Који од наведених одговора је исправан позив наредбе којом се потпуно брише сав садржај датотеке (празни се) која се зове *Projekat* (под претпоставком да датотека постоји и да није празна), ако се она налази у корену корисничког директоријума (матичном директоријуму пријављеног корисника)?

- `cat /dev/null > ~/Projekat` T
- `cat /dev/null > Projekat` ⊥
- `cat /dev/null >> ~/Projekat` ⊥
- `cat /dev/null >> Projekat` ⊥
- `rm ~/Projekat` ⊥
- `rm Projekat` ⊥
- `cat /dev/random > ~/Projekat` ⊥
- `cat /dev/random > Projekat` ⊥
- `cat /dev/random >> ~/Projekat` ⊥
- `cat /dev/random >> Projekat` ⊥

4. Пример питања за проверу познавања тумачења приказа привилегија датотека и директоријума у листингу ставке:

Испод је приказан део листинга датотека и директоријума.

```
----rwxrwx mtair singidunum 1 dokument
```

Која тврдња је тачна за приказану ставку?

- У питању је датотека над којом корисник *mtair* нема никаква права, корисници који припадају групи *singidunum* имају права читања, писања и извршавања и остали корисници на систему имају права читања, писања и извршавања. T
- У питању је директоријум над којим корисник *mtair* има права листања структуре и промене радног директоријума у овај директоријум, корисници који припадају групи *singidunum* имају права листања и мењања структуре и промене радног директоријума у овај директоријум и остали корисници на систему немају никаква права. ⊥
- У питању је датотека над којом корисник *mtair* има права читања, писања и извршавања, корисници који припадају групи *singidunum* имају права читања, писања и извршавања и остали корисници на систему немају никаква права. ⊥
- У питању је датотека над којом корисник *mtair* има права читања, писања и извршавања, корисници који припадају групи *singidunum* немају никаква права и остали корисници на систему немају никаква права. ⊥
- У питању је директоријум над којим корисник *mtair* има права листања и мењања структуре и промене радног директоријума у овај директоријум, корисници који припадају групи *singidunum* имају права листања структуре и промене радног директоријума у овај директоријум и остали корисници на систему имају права листања структуре и промене радног директоријума у овај директоријум. ⊥

5. Пример питања за проверу познавања знаковних и бројчаних израза који описују привилегије (мôд) датотека и директоријума:

Који од одговора садржи приказ мода директоријума или датотеке чије привилегије су описане следећим текстом:

У питању је датотека над којом власник има права читања, писања и извршавања, корисници који припадају групи којој припада датотека немају никаква права и остали корисници на систему имају право читања.

Мôд може бити изражен бројчано или знаковно, а одговор може да буде тачан без обзира на то да ли су наведене привилегије употребљиве/могуће за датотеку или директоријум или не!

- | | |
|--------------|---|
| ▪ -rwx---r-- | Т |
| ▪ -rwxrwxr-- | ⊥ |
| ▪ ---x----- | ⊥ |
| ▪ 707 | ⊥ |
| ▪ 004 | ⊥ |
| ▪ drwxr-xr-- | ⊥ |

6. Пример питања за проверу познавања рада наредбе за промену привилегија датотека и директоријума:

Постоји ставка у листингу датотека и директоријума:

```
-pw -rw-rwx-wx mtair singidunum 3412 ime_datoteke
```

Извршена је следећа наредба промене привилегија над ставком:

```
chmod g-wx,o+r,o-x ime_datoteke
```

Који од наведених одговора представља тачан опис новог стања ставке након извршавања наведене наредбе?

Одговор може бити тачан чак иако наведене привилегије нису употребљиве/могуће за датотеку или директоријум.

- У питању је датотека над којом власник има права читања и писања, корисници који припадају групи којој припада датотека имају право читања и остали корисници на систему имају права читања и писања. Т
- У питању је датотека над којом власник има права читања и писања, корисници који припадају групи којој припада датотека имају права читања, писања и извршавања и остали корисници на систему имају права читања и писања. ⊥
- У питању је датотека над којом власник има права читања и писања, корисници који припадају групи којој припада датотека имају права читања и извршавања и остали корисници на систему имају право да пишу у датотеку и имали би права да изврше датотеку да могу да је читају. ⊥

- У питању је датотека над којом власник има права читања и писања, корисници који припадају групи којој припада датотека имају право читања и остали корисници на систему имају право да пишу у датотеку и имали би права да изврше датотеку да могу да је читају. ⊥
- У питању је датотека над којом власник има права читања и писања, корисници који припадају групи којој припада датотека немају никаква права и остали корисници на систему имају право да пишу у датотеку и имали би права да изврше датотеку да могу да је читају. ⊥
- У питању је датотека над којом власник има права читања и писања, корисници који припадају групи којој припада датотека имају право да пишу у датотеку и имали би права да изврше датотеку да могу да је читају и остали корисници на систему имају право читања. ⊥

7. Пример питања за проверу познавања рада наредбе за листање садржаја директоријума и познавање начина издвајања ставки из листе на основу простог обрасца:

Исход наредбе `ls -alFd *` је приказан у листингу:

```
dr-x----- 1 milantex milantex      512 Oct 24 15:57 alati.li/
drwxr-x--- 1 milantex milantex      512 Oct 24 17:02 android/
-rw-r----- 1 milantex milantex    80698 Oct 24 15:07 apk.db
-rw-r----- 1 milantex singidunum 238080 Oct 24 14:49 app.db
drwx----- 1 milantex singidunum   512 Oct 24 14:48 dokumentacija/
-rw-rw-rw- 1 milantex milantex        0 Oct 24 15:56 host.txt
-rw-rw-rw- 1 milantex milantex        0 Oct 24 15:56 hoteli
-rw-r--r-- 1 milantex singidunum   424 Oct 24 14:49 ispit
drwxr-x--- 1 milantex singidunum   512 Oct 24 14:48 ispiti/
-rw-rw---- 1 milantex milantex        0 Oct 24 15:59 proba.txt
drwxr-x--- 1 milantex singidunum   512 Oct 24 14:48 projekti/
-rw-r----- 1 milantex singidunum  1677 Oct 24 14:49 seminarski.list
-rw-r----- 1 milantex singidunum    80 Oct 24 14:52 studenti.dat
-rw-r----- 1 milantex singidunum    80 Oct 24 14:49 studenti.txt
```

Који од наведених одговора приказује наредбу која ће као свој резултат дати следећи листинг:

```
-rw-r----- 1 milantex singidunum 80 Oct 24 14:49 studenti.txt
```

- `s?*t?.txt` T
- `?a*` ⊥
- `i*?` ⊥
- `alati.li` ⊥
- `*?d` ⊥
- `ho*` ⊥

8. Пример питања за проверу познавања рада наредбе за проналажење разлика у текстуалном садржају две датотеке које се пореде наредбом. Употреба наредбе *diff*:

Постоје две датотеке `file-1.sample` и `file-2.sample` које имају одређени текстуални садржај.

Која од наведених наредби ће као свој резултат дати следећи приказ:

3c

Kad magla pokrije ravni i vlagom ispuni zrak!
niko se ne može primorati da pripada nekom udruženju.

.

1c

Oprosti meni grešne zalute, Santa Maria della Salute

.

- `diff -d file-1.sample file-2.sample` ⊥
- `diff -u file-1.sample file-2.sample` ⊥
- `diff -n file-1.sample file-2.sample` ⊥
- `diff -y file-1.sample file-2.sample` ⊥
- `diff -e file-1.sample file-2.sample` T
- `diff -q file-1.sample file-2.sample` ⊥

9. Пример питања за проверу познавања рада наредбе за проналажење датотека и директоријума у стаблу датотека и директоријума система. Употреба наредбе *find*:

Која од наведених наредби ће пронаћи све датотеке које су мање од 4000 бајтова, имају екстензију `.txt` и припадају кориснику *student* и налазе се у матичном директоријуму корисника *student*?

- `find /home/student/ -type f -size -4000c -name "*.txt" -user student` T
- `find /home/student/ -size -4000c -name "*.txt"` ⊥
- `find /home/student/ -type d -size -4000c -name "*.txt" -user student` ⊥
- `find /home/student/ -type f -size 4000c -name "*.txt" -user student` ⊥
- `find /home/student/ -size -4000c name "*.txt"` ⊥
- `find /home/student/ -type d -size 4000c -name "*.txt"` ⊥

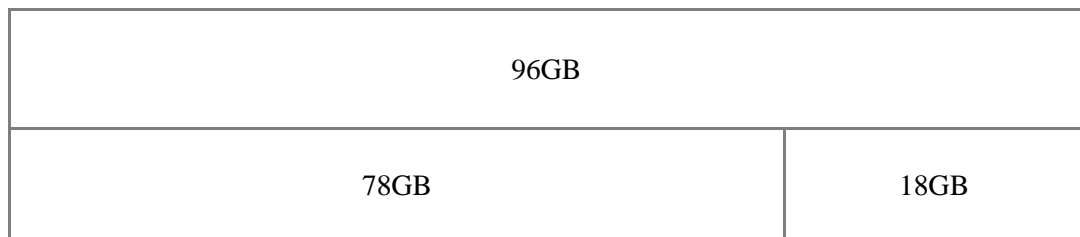
10. Пример питања за проверу познавања рада наредбе и програма за бинарно напредно копирање и конвертовање садржаја између датотека и уређаја. Употреба наредбе *dd*:

Потребно је направити датотеку *samples.vdim* чија величина је 1,13КВ. Коришћењем наредбе *dd*, могуће је направити такву датотеку. Наредби *dd* је потребно дефинисати вредности за њене параметре. Који од наведених одговора ће направити описану датотеку?

- `dd bs=9 count=128 if=/dev/zero of=samples.vdim` T
- `dd of=/dev/zero if=samples.vdim bs=128 count=13` ⊥
- `dd of=/dev/zero if=samples.vdim bs=128 count=6` ⊥
- `dd bs=10 count=128 of=/dev/zero if=samples.vdim` ⊥
- `dd if=/dev/zero of=samples.vdim bs=8 count=128` ⊥
- `dd if=/dev/zero of=samples.vdim bs=12 count=128` ⊥

11. Пример питања за проверу познавања начина дељења дискова на партиције коришћењем програма *fdisk*:

Потребно је нови диск од укупно 96GB поделити на партиције коришћењем *GPT* стандарда за дељење меморијског простора, тако да се добије диск следећег облика:



За дељење диска на партиције се користи програма *fdisk*.

Који од наведеног низа корака (унетих вредности и тастера) ће као исход њиховог извршавања у програму *fdisk* учинити да на крају диск буде подељен на начин који је приказан?

[E] представља тастер [Enter].

- `g [E] n [E] [E] [E] +78G [E] n [E] [E] [E] +18G [E] w [E] q [E]` T
- `o [E] n [E] [E] [E] 1 [E] +78G [E] [E] [E] [E] +18G [E] w [E] q [E]` ⊥
- `n [E] [E] [E] +78M [E] [E] [E] [E] g [E] p [E] q [E]` ⊥
- `n [E] 1 [E] [E] [E] +78M [E] [E] 18G [E] w [E] q [E]` ⊥
- `g [E] n [E] [E] [E] 78G [E] n [E] [E] [E] +18G [E] g [E] q [E]` ⊥
- `o [E] t [E] n [E] [E] [E] +78G [E] n [E] [E] [E] +18M [E] w [E] q [E]` ⊥

12. Пример питања за проверу познавања начина дељења екрана у конзолном окружењу коришћењем програма *screen*.

Коришћењем програма *screen*, потребно је поделити екран конзоле тако да се добије организација приказана у наставку.

Који од наведених низова тастера на тастатури ће обезбедити поделу екрана која је приказана у наставку?

^ представља тастер [Ctrl], велико слово је откуцано са тастером [Shift], → представља тастер [Tab].

- ^A | ^A | ^A S ^A S T
- ^A | ^A → ^A | ^A → ^A S ^A S ⊥
- ^A | ^A → ^A | ^A → ^A S ^A | ⊥
- ^A | ^A | ^A | ^A S ^A S ⊥
- ^A | ^A S ⊥
- ^A | ^A S ^A | ⊥

13. Пример питања за проверу познавања управљања процесима:

Постоји скрипта у датотеци *vazan-program.sh* коју треба покренути да се изврши. Међутим, скрипти је потребно 10 минута да се заврши, па смо скрипту покренули тако да се извршава у позадини, да би нама конзола остала слободна за рад. Сада је потребно у потпуности прекинути рад те скрипте, без обзира на то што се није завршила. Скрипта је једини процес у позадини. Који од наведених корака су могући начини да се ово обави?

- Покренемо `fg %1`, а затим притиснемо `Ctrl+Z` T
- Покренемо `kill %1` T
- Покренемо `fg %1`, а затим притиснемо `Ctrl+Z` ⊥
- Покренемо `fg %1` ⊥
- Покренемо `bg %1` ⊥
- Покренемо `kill vazan-program.sh` ⊥

14. Пример питања за проверу познавања управљања налозима корисника на оперативном систему:

Потребно је да направите кориснички налог за новог корисника који ће имати *sudo* привилегије и који ће користити *zsh* терминал. Корисник треба да се зове *student*. Која од наведених наредби ће обавити наведени посао?

- `useradd -d /home/student -m -G sudo -s /bin/zsh student` T
- `useradd -c "Student" -d /home/student -m -G sudo -z /bin/zsh student` ⊥
- `useradd -c "Student" -d /home/student -m -G sudo -z /bin/sh student` ⊥
- `useradd -d /home/student -m -G sudo -s /bin/sh student` ⊥
- `useradd -d /home/student -m -g sudo -s /bin/zsh student` ⊥
- `useradd -c "Student" -d /home/student -m -g sudo -z /bin/sh student` ⊥

6.1.2.4 Образложење тачног одговора

Једна од посебних својстава питања је могућност да наставник који саставља питање, уз његов садржај и списак понуђених одговора унесе и образложење тачног одговора. Ово поље није обавезно и може да се користи у сврху састављања питања за тестове који ће бити одређени као активност, а не као колоквијум или испитни тест. Уколико је тест тако подешен, на крају рада, студенту могу да буду приказана сва питања на која је одговарао, са означеним одговорима које је означио као тачне, али и са истакнутом ознаком одговора који су заиста тачни за то питање. Уз приказ питања и одговора, ако га питање поседује, биће приказано и образложење тачног одговора. Један од значајних улога овог својства се огледа у случајевима када је у питању рад теста за оцењивање усвојених знања са часа, за које студенти стичу бодове за активности на настави, тако да се осим утврђивања степена усвојених знања са часа, који се бодују, студентима омогући да тада, након теста, прочитају образложење тачних одговора, тако да део градива које нису добро разумели, савладали и усвојили током часа, имају прилику да одмах тада, након теста, обнове. Иако ово истраживање није обухватило ову могућност апликације МТутор, те не постоје подаци који би потврдили овај став, аутор сматра да је образложење тачног одговора за овакве намене од великог значаја за студенте и да им додатно помаже у савладавању градива. Аутор додатно сматра да се овиме апликацији за електронско тестирање даје и улога средства за подршку учењу, те да она више није само алат за утврђивање степена усвојених знања и стечених радних вештина.

6.1.2.5 Припрема и задавање теста

Након што наставник у базу података апликације унесе сва потребна питања са понуђеним одговорима са једним или више тачних од понуђених, која су распоређена по областима, приступа припреми и одређивању поставки теста који задаје студентима. Тест је одређен називом, датумом и временом почетка и завршетка, као и временом трајања теста. Време почетка теста је тренутак када студенти најраније могу да покрену тест.

Време трајања је време које је студентима стављено на располагање за рад од тренутка када покрену тест. Време почетка сабрано са временом трајања мора да буде мање од времена завршетка теста.

Време завршетка теста може да буде дуже од времена почетка теста сабраног са временом трајања теста. Ово омогућава студентима да имају више времена од тренутка почетка теста до тренутка када сами покрену тест. Наставник у поставкама теста може да одреди и највећи дозвољени број покушаја. Подразумевано, као и у највећем броју случајева, највећи дозвољени број покушаја се поставља тако да студент може тест да покрене само једном. Наставник може да подеси колико питања по страници треба приказати студенту. Подразумевано је да се студентима увек приказује једно питање по страници, с тим да у посебним околностима и за посебне потребе тестирања, ово подешавање може да буде промењено. Наставник може да одреди да ли студентима на крају рада треба да буду приказани тачни одговори. Ова опција је на располагању приликом задавања тестова за вежбање или приликом задавања тестова за активности на настави којима се утврђује степен усвојених знања на крају часа, уз давање могућности студентима да сами виде код којих питања су направили грешке. За сваки тест је неопходно одредити да ли је у питању испитни тест, колоквијумски тест или тест за активности на настави. Ако је врста теста испитни тест, студент такав тест не може да покрене уколико је у току испитни рок, а да студент за испит којем припада тест нема важећу пријаву испита. Такође, за ову врсту тестова се примењује посебан начин вредновања исхода оцењивања, тако да се увек приказује број бодова које је студент остварио на тесту. Изван испитних рокова, покретање ове врсте тестова је немогуће. Ако је врста теста колоквијум, студент може да покрене тест у току испитног рока само ако има важећу пријаву испита за предмет којем припада тест, с тим да се у том случају примењује начин вредновања исхода тестирања тако да се број бодова приказује студенту само уколико је положио колоквијум. У супротном ће студенти бити приказано да је пао колоквијум. Праг за пролазности на колоквијуму је остварена половина броја бодова на тесту. За тестове чија врста је подешена на активност, не примењује се никакво ограничење за покретање, без обзира на непостојање испитне пријаве у току испитног рока. Не постоје прагови пролазности за ову врсту тестова, а њихови исходи оцењивања могу да се узму у обзир само за вредновање учешћа и рада на настави, која се оцењује решавањем кратких тестова на крају часа или за додатне активности које могу и не морају улазити у укупну оцену на предмету. Наставник може да изврши додатну поделу права покретања теста према парности броја индекса.

Према томе, може да одреди да тест у одређеном тренутку могу да покрену искључиво студенти са парним или са непарним бројем индекса. Уколико студенти тест полажу преко Интернета, од куће, одакле није могуће вршити непосредан надзор, као из електронских учионица у згради установе, наставних може да одреди да апликација за електронско тестирање захтева од студената да приликом покретања теста одобре приступ камери. Апликација ће у том случају правити редовне слике са камере и бележити их привремено за време трајања теста како би наставник могао да има увид у то ко седи за рачунаром на којем је покренута апликација за електронско тестирање. Коначно, наставних у основним поставкама теста може да одреди да тест могу да покрену само студенти који су укључени у програм подршке запосленим студентима.

Наставници користе ову поставку приликом стављања на располагање додатног теста у поподневном термину за студенте за које је установа обезбедила програм подршке запосленим студентима.

Након подешавања основних поставки, наставник одређује по колико питања ће бити насумично узето из сваке области приликом обликовања појединачних тестова за сваког студента који тест покрене. Наставници не могу да бирају ручно појединачна питања која ће бити студентима задата на тестовима, већ могу да одаберу по колико питања из сваке области треба да буде узето псеудо-насумичним избором. Укупан број питања на тесту зависи од сложености теста и разликује се од предмета до предмета и представља збир бројева питања по областима које наставник одреди за посебан тест.

На крају, наставник одређује место полагања теста које може да буде једна од електронских учионица у згради установе из којих се са рачунара у учионицама кроз локалну мрежу приступа серверу или јавна мрежа, тј. приступање тесту преко Интернета. Потврђивањем поставки, тест се заказује и биће доступан почев од датума и времена почетка теста.

6.1.2.6 Покретање и рад теста

Да би студенти могли да покрену тест, потребно је да се пријаве на апликацију одабиром свог факултета из списка понуђених и уносом свог броја индекса. Након успешне пријаве, апликација студенту приказује списак тестова који су у том тренутку активни, тј. чије време почетка теста је прошло, а за који још увек постоји могућност почетка рада, тј. тренутно време сабрано са временом трајања теста је мање од времена за завршетак теста.

Студент покрене тест одабиром теста из списка понуђених и потврдом намере покретања. Уколико је врста теста испит, а у току је испитни рок, апликација проверава да ли у факултетском информационом систему постоји важећа пријава испита за предмет којем припада тест који студент намерава да покрене.

Уколико није у току испитни рок или на датум теста не постоји важећа пријава испита за предмет којем припада тест, апликација приказује поруку упозорења и одбија да покрене тест. Ако је врста теста колоквијум, а у току је испитни рок, врши се иста провера као када је врста теста испит. Ако није у току испитни рок, апликација одобрава покретање теста. За врсту теста активност, апликација не спроводи додатне провере и одобрава покретање теста.

Уколико је наставник одредио да је за покретање теста неопходно одобравање приступа камери, у случају рада преко Интернета, студент мора да се сложи да апликацији, у оквиру Интернет прегледача, одобри приступ камери, како би апликација у одређеним тренуцима правила и слала слику са камере за привремено приказивање током рада теста. Када прођу све провере и припреме за почетак рада, апликација коначно одобрава покретање поступка припреме теста за студента.

За студента се припрема тест насумичним одабиром подешеног броја питања по областима, питања се ређају произвољним редом, као и понуђени одговори унутар сваког питања и студенту се приказује прво питање или првих неколико питања, зависно од тога да ли је подешено приказивање једног или више питања по страници. Студент обележава оне одговоре на питања за које сматра да су тачни, за сва приказана питања на страници и шаље свој одговор.

Уколико има још питања за приказ, апликација понавља приказивање једног или више потребних питања до краја теста. Када су искоришћена сва припремљена питања за конкретан рад студента, апликација аутоматски оцењује послате одговоре, сабира стечени број бодова и утврђује коју поруку треба да прикаже, зависно од врсте теста и оствареног броја бодова. У поступку оцењивања, уколико студент при обележавању одговора обележи барем један нетачан од понуђених одговора, апликација не додељује ни један бод за то питање. Уколико студент не обележи ни један нетачан од понуђених одговора, али не обележи ни све тачне од понуђених одговора, апликација вреднује то питање бројем бодова сразмерном броју обележених тачних у односу на укупан број тачних међу понуђеним одговорима, изражено у постоцима. Укупан резултат се срачунава као збир стечених бројева бодова. По завршетку рада теста, апликација враћа студента на страницу са списком доступних тестова. Студент може да се одлучи да покрене наредни тест или да се одјави са апликације.

6.1.2.7 Преглед исхода тестирања

Наставници имају увид у исходе тестирања студената у оквиру тестова на својим предметима. Исходи тестирања се чувају трајно и због очувања целовитости података о радовима студената, никада не могу да буду обрисани. Наставник може да прегледа појединачне тестове студената и има увид у тачно и погрешно одговорена питања. Исходе тестирања за појединачне тестове може да изведе у облику неколико различитих врста датотека, зависно од потребе, нпр. за увоз резултата у факултетски информациони систем или за јавно објављивање резултата студентских радова и тестова. Апликација није у могућности да самостално изврши отпремање резултата тестова студената у факултетски информациони систем, јер је размена података једносмерна и врши се искључиво у смеру од факултетског информационог система ка апликацији за електронско тестирање.

6.1.3 Испуњење потреба

У тренутку писања студије случаја, оквири доступних могућности које ставља на располагање апликација за електронско тестирање студената задовољава потребе за непосредну проверу степена усвојених знања, али и за посредну проверу степена стечених радних вештина. Апликација омогућава лако састављање и проширење базе питања прилагођених, како за проверу степена усвојеног знања, тако и за проверу степена стечених радних вештина, када су питања припремљена на начин који подржава ову другу врсту провере. Апликација омогућава повезивање са факултетским информационом системом у ограниченој мери, довољној да обезбеди пренос података о студентима и испитним роковима у циљу спровођења посебних провера и ограничења могућности покретања тестова за студенте који, прама правилима установе, немају права да тест покрену.

Могућност извоза исхода тестирања у датотеке чији облици су прилагођени факултетском информационом систему у великој мери олакшава рад наставницима и обезбеђује задовољавање потреба у смислу могућности тачног преноса оцена тестова појединачних делова испита у факултетски информациони систем, без могућности људске грешке услед ручног преписивања резултата тестова.

6.1.4 Предности и мане

Иако апликација за електронско тестирање студената са аутоматским оцењивањем тестова у потпуности задовољава потребе за брзом и учинковитом провером степена усвојених знања и у задовољавајућој мери посредну проверу степена стечених радних вештина студената, исход студије случаја коришћења овог сопственог решења открива, поред свих предности и одређене мане овог решења. У овом одељку су приказане предности и мане коришћења овог сопственог решења. Предности и мане су представљене из угла установе, тима програмера који раде на развоју и усавршавању апликације, администратора апликације, наставника и студената. Предности и мане се деле на вредносне и својствене. Вредносне је могуће непосредно поредити, док својствене служе да се утврде особине решења у односу на посредно мерљиво искуство или претходно сазнање о нечему што оно закључак о неком својству представља.

6.1.4.1 Предности

Главна предност апликације за електронско тестирање је њена могућност да обезбеди начин за брзу и учинковиту проверу и оцењивање степена усвојеног знања студената која се спроводи аутоматски одмах по завршетку рада теста. Тренутна доступност исхода тестирања и приказ оствареног броја бодова је својствена предност из угла студента, наставника и установе. Студентима је осигурана јасан и тренутан увид у исход оцењивања њиховог теста, без било каквог разликовања, посебног односа или утицаја приликом оцењивања њиховог рада од стране испитивача. Наставницима, који у овом смислу имају улогу испитивача, обезбеђује се тренутан исход оцењивања студената у тренутку завршетка теста и увид у све остварене бројеве бодова који су моментално доступни за преузимање за даљу обраду, а у циљу закључивања коначне оцене.

Наставнику се уклања терет спровођења ручног оцењивања послатих одговора на задата питања на тесту, које је могуће спровести по обрасцу, јер су у питању питања затворене врсте, каква једино подржава ово решење. За установу су предности учинковитост целокупног поступка спровођења тестова, обезбеђивање тачности исхода тестирања, на задовољство студената, али и укидање непотребних радних задатака са наставника, због укидања потребе за трошење времена на ручно оцењивање. За наставнике и установу су посебне предности постојање обједињене базе свих исхода тестирања студената од почетка, па до краја њихових студија и постојање могућности спровођења тестирања у електронским учионицама у редовним условима, као и преко Интернета у ванредним условима рада, када је онемогућено спровођење тестирања у згради установе, као што је то био случај од марта 2020. године, услед проглашења епидемије, па пандемије нове болести *Covid-19*, изазване вирусом Корона.

Из угла наставника у улози испитивача, поступак припреме појединачних тестова за студенте, где се сваком студенту задаје посебно уприличен тест насумичним избором питања, обезбеђује спречавање могућности заједничког рада и преписивања, како у условима рада у електронској учионици, услед недовољно темељног надзора или у условима рада од куће, преко Интернета, истовременим покретањем тестова са истог места. Обезбеђивање насумично одабраних питања који редослед у тесту је измешан, као и списак њихових понуђених одговора, отежава преписивање за време рада теста и умањује значај заједничког рада.

6.1.4.2 *Мане*

Основна мана апликације за електронско тестирање је њена особина да проверу и оцену степена стечених радних вештина може да спроведе само посредно, коришћењем начина који су погоднији за проверу и оцену степена усвојеног знања. Из овог разлога, апликација за електронско тестирање није увек погодна за предмете из области рачунарства. Из угла наставника и установе, мана је што се сваким покренутим тестом откривају питања из базе и тиме је сваки следећи пут студентима полагање теста памћењем тачних одговора све лакше, што временом умањује вредност овако добијених оцена и ствара обавезу непрекидног састављања нових питања, за које често нема довољно новог садржаја у градиву које се обрађује на предмету и у наставним средствима која се користе, а на којима би се заснивала нова питања. Овакви случајеви доводе у питање могућност дугорочне употребе оваквог решења без улагања напора и времена у непрестано додавање нових питања. Из угла студента на предметима из области рачунарства, мана је та што код примене начина провере знања какву обезбеђује апликација за електронско тестирање, нису у могућности да поуздано покажу своје стечене радне вештине. У области рачунарства, а посебно у програмирању, важан део је показивање савладавања радних вештина, које студенти теже да прикажу сопственим радом. У оваквим областима, решавање радних задатака је лакше у односу на текстуално изражавање у циљу доказивања да владају потребним вештинама. Додатно теже од изражавања у том облику је разумевање текста који нису сами саставили.

Према томе, за студенте је недостатак коришћење оваквог решења, које се ослања на употребу питања затворене врсте са понуђеним одговорима, које тежи да њихове вештине оцени посредно, на начин за који се нису спремали док су самостално учили и вежбали писање кода и решавање радних задатака у овој области. Једна од мана је недовољна безбедност која произилази из употребе застарелих веб технологија на којима се заснива ово сопствено решење. Употребљене веб технологије су биле поуздане и савремене на почетку развоја овог решења.

Међутим, застаревањем је постало све теже преправити веб апликацију за електронско тестирање у целости тако да се надоместе недостаци. Из угла установе, овакав технички дуг доводи у питање дугорочну употребу овог решења у будућности. Могућности преласка на друга решења постоје, али представљају велики технички и логистички изазов.

6.1.4.3 Закључак

Студијом случаја сопственог решења за аутоматско прегледање послатих решења електронских тестова у области рачунарства, а посебно на основу процене задовољења потреба овог алата и увидом у његове предности, могуће је дати одговор на једно од питања која су предмет овог истраживачког рада.

Одговор 4 – Одговор на истраживачко питање (В)

На основу сазнања из прегледа литературе, али и из ове студије случаја, могуће је дати одговор на истраживачко питање **(В)**, које је потврдно и којим се потврђује хипотеза **(II)** овог истраживања. Употребом решења за аутоматско прегледање електронских тестова утврђено је да се електронским тестом могу вршити провере стечених радних вештина постављањем питања и задавањем понуђених одговора на тај начин да је за давање тачних одговора на питања неопходно поседовање стручних вештина и разумевање области у мери знатно већој него што је то случај за области за које је електронским тестом и теоријским питањима могуће утврдити степен усвојених знања.

Примери питања са понуђеним одговорима, дати у овом поглављу, показују на који начин је могуће саставити текстове и илустрације у поставкама питања и приказе понуђених одговора, у облику текста или илустрације, тако да се тим питањима може спровести поступак провере степена стечених радних вештина које је неопходно да студент има како би могао тачно да одговори на питања.

Одговор 5 – Потврда одговора на истраживачко питање (В)

Илустрације примера питања из тестова, уз претходно донете закључке из обрађене литературе, омогућавају нам да дамо потврдан одговор на истраживачко питање **(В)**, којим га додатно потврђујемо, чиме додатно потврђујемо и хипотезу **(II)** овог истраживања.

6.2 Решење за аутоматизовано прегледање решења задатка

Апликација за аутоматизовано прегледање решења задатака студената је развијена само за потребе предмета „Оперативни системи“ који се реализује на Факултету за информатику и рачунарство и на Техничком факултету Универзитета Сингидунум у Београду. Сврха апликације је аутоматизовано прегледање решења задатака на другом колоквијуму, који представља једну од четири испитне целине која улази у састав коначне оцене. Остале су активности на настави, први колоквијум и испитни задатак. Активности на настави се деле на присуство предавањима и активности на вежбама предмета. У време употребе овог решења за аутоматизовано прегледање и оцењивање решења студентских радова, други колоквијум се реализовао као практични задатак који обухвата две трећине целокупног градива са вежби на предмету. Сврха задатка је да се утврди степен стечених вештина у раду у конзоли на *Ubuntu* дистрибуцији *GNU/Linux* оперативног система без употребе графичког корисничког интерфејса, задавањем наредби у Беш (енгл. *Bash*) интерпретеру за линију терминала оперативног система [260].

Апликација за аутоматизовано прегледање решења радних задатака такође служи и за састављање поставке задатка по унапред одређеном обрасцу. Поред поставке задатка по обрасцу, апликација саставља и датотеку са упутствима за свој део који врши прегледање достављених решења. Решења задатака се аутоматски припремају на рачунару на којем студент решава задатак.

Употреба овог решења је могућа искључиво у електронским учионицама под надзором испитивача на оним рачунарима који су унапред припремљени и подешени да на њима може да се покреће овај алат. У наставку је приказана студија случаја која обухвата појединости везане за развој овог сопственог решења за аутоматизовано задавање, прегледање и оцењивање радних задатака, начин употребе из угла две врсте корисника решења, приказ његовог рада у различитим случајевима коришћења, приказ исхода и оцену погодности овог решења за његову основну намену, са прегледом виђених предности и мана његове употребе у сврху оцењивања радова.

6.2.1 Развој програма за аутоматизовано прегледање радних задатака

Програм за аутоматизовано прегледање решења радних задатака, који је предмет ове студије случаја, представља саставни део решења које је направљено са циљем да обавља два задатка. Први задатак овог решења је био да самостално састави текст поставке радног задатка за сваког студента појединачно, као и образац за аутоматизовано оцењивање решења радног задатка рађеног према упутствима из тако добијене поставке. Други задатак овог решења је да на основу састављеног обрасца изврши аутоматизовано прегледање достављеног решења радног задатка. Ова студија случаја не може да обради само део решења које се бави аутоматизованим прегледањем решења радних задатака, а да не прикаже и начин на који се извршава поступак састављања поставке задатка.

6.2.2 Састављање поставке радног задатка

Да би било могуће спровести прегледање и оцењивање решења радног задатка, неопходно је поседовати образац за оцењивање. Прегледање може да буде извршено аутоматизовано, праћењем упутстава за прегледање која су саставни део обрасца. Образац може да буде састављен на два начина. Први начин је тај да образац представља само једно од свих могућих начина за решавање састављене поставке радног задатка. Код овог начина се подразумева да се од студената очекује да задатак реши на тачно одређени начин, коришћењем тачно одређеног низа поступака и наредби. С обзиром на то да је у пракси могуће један задатак решити разноразним поступцима, овај начин састављања и употребе обрасца није разматран приликом писања решења за састављање текста поставке радног задатка за студенте и његовог припадајућег обрасца за прегледање и оцењивање.

Други начин је тај да образац садржи низ очекиваних промена које треба да настану над системом који је предмет задатка уколико се тачно испрате сва упутства из поставке радног задатка. Тако састављени низ очекиваних промена не садржи податак о томе како студент треба да реши неки део задатка, већ само шта је очекивани исход тог посебног дела задатка, где се узимају у обзир почетно стање и крајње стање система, у погледу само оних његових чинилаца на које очекивана промена утиче.

С обзиром на то да није могуће очекивати да ће студенти задатак решавати тачно одређеним поступком и да тај поступак није могуће тачно предвидети, овај начин за састављање обрасца је одабран као погодан за део програма за састављање поставке радног задатка. Поставка радног задатка може да садржи више делова. Сваки део је независна провера којом се утврђује поседовање вештина управљања кроз конзолу оперативног система задавањем наредби рачунару. Уједно, тим проверама се утврђује и познавање разних могућих начина рада са посебним наредбама и програмима доступним кроз конзолу оперативног система. Сваки део задатка вреди одређени број бодова, а поставка радног задатка се саставља у виду текстуалног документа. Овај текстуални документ може садржати и приказе садржаја датотека и директоријума, пре или после одређених тражених обрада и очекиваних извршавања потребних наредби. Све укупно, поставка радног задатка се доставља студенту и очекује се да према упутствима из поставке поступи приликом израде свог решења датог радног задатка. Образац за прегледање и оцењивање решења таквог радног задатка се не открива студенту, већ се бележи у меморији програма, а везује се за број индекса студента за време трајања испита. Истакнуто је да програм за аутоматизовано прегледање и оцењивање решења радних задатака користи састављени образац као основ по којем врши прегледање и оцењивање достављеног решења радног задатка. Према томе, улазни подаци овог програма су решење радног задатка и припадајући образац. Излаз програма је документ који садржи податке о оцени сваког појединачног дела задатка, описаног у оквиру обрасца, остварени број бодова за појединачне делове, као и укупан остварени број бодова за прегледано решење радног задатка.

6.2.2.1 Опис обрасца

Образац за оцењивање се користи и као улазни податак на основу којег се саставља текстуални документ који представља поставку радног задатка. Овај поступак се врши аутоматизовано истовремено када се саставља један пример поставке радног задатка за студента на испиту.

Образац за оцењивање F , који уједно представља и основ за обликовање текста поставке, може да буде описан моделом:

$$\Sigma = \{\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n\} \quad (a)$$

$$S \subseteq \Sigma \quad (b)$$

$$\theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n\}, \theta = \sigma'_1 \rightarrow \sigma''_1, \sigma'_2 \rightarrow \sigma''_2, \dots, \sigma'_n \rightarrow \sigma''_n \quad (c)$$

$$T = (t : t \in \theta), T \subseteq \theta \quad (c')$$

$$(t_i)_{i=1}^{|T|}, i \in \mathbb{Z}^+ \quad (c'')$$

$$F = (f : f = S' \xrightarrow{T} S''), S' \neq S'' \quad (d)$$

У моделу који описује делове обрасца за оцењивање, одређен је скуп Σ у изразу $a)$ који представља коначан скуп промењивих које чувају вредности којима се може описати цео систем у једном тренутку. Скуп S , одређен у изразу $b)$ представља подскуп скупа Σ и представља опис једног дела целог система који се у датом тренутку посматра. Скуп θ , одређен у изразу $c)$ представља скуп функција θ које доводе до промене једне или више вредности којима је одређен систем. T је уређена n -торка, на тачно одређен начин поређаних чланова, одрађена у изразима $c')$ и c''). n -торка је индексирана и свака функција која је садржана унутар поређане n -торке има свој јединствени индекс. n -торка T представља подскуп изворног скупа θ . Садржи један део функција изворног скупа које се могу применити над системом или делом система, а тако да доведу до промене оног дела система који у датом тренутку посматрамо, као што је одређено изразом $d)$. Овај израз одређује да је F уређена n -торка функција f . Чланови ове n -торке вршке промене, које су одређене функцијама садржаним унутар n -торци T , над посматраним делом система S и мењају га из почетног стања у крајње стање. Почетно и крајње стање система могу да се разликују.

$$Z = \zeta(F), \zeta : F \rightarrow Z \quad (h)$$

$$r(F) = \rho(F), \rho : F \rightarrow r(F) \quad (e)$$

$$r(F) : I \rightarrow o, I \subseteq \theta, o \in \{x : x \in \mathbb{R}, x \geq 0\} \quad (ж)$$

Из добијеног обрасца F могуће је добити текст поставке задатка, Z који настаје применом функције ζ за састављање поставке задатка на основу обрасца F , као што је одређено изразом $h)$. Осим састављања текста поставке радног задатка, као што је приказано изразом $e)$ применом функције ρ над F настаје функција која врши поступак прегледања и оцењивања студентског решења практичног задатка I , одређеног изразом $ж)$ и даје као резултат оцену o .

6.2.2.2 *Опис система*

Као што је у претходном одељку описано, саставни део обрасца за оцењивање је функција која мења систем из почетног у крајње стање применом скупа мањих функција које утичу на промену стања делова целог система.

Програм за састављање поставке задатка припрема образац са циљем да се на основу њега накнадно обликује текстуални запис поставке задатка. Програм се ослања на постојање почетног стања система које може да буде унапред одређено или да буде направљено коришћењем насумичних вредности које одређују систем.

Вредности које одређују систем зависе од врсте задатка. Када је у питању предмет Оперативни системи, систем над којим студент ради је уједно и систем над којим ради програм за састављање обрасца, тј. оперативни систем на рачунару студента.

Оперативни систем над којим ради програм за састављање обрасца, али и онај над којим треба да ради студент је примерак добијен из унапред направљене слике претходно припремљене дистрибуције *ГНУ/Линукс* оперативног система. У случају који је овде описан, коришћена је *Убунту (Ubuntu)* дистрибуција *ГНУ/Линукс* оперативног система.

Вредности којима је одређен систем у уопштеном смислу су:

- Структура стабла датотека и директоријума матичног корисничког директоријума, у којем се врше све промене решавањем задатка.
- Садржај датотека унутар матичног директоријума корисника.
- Мета подаци о ставкама унутар матичног директоријума, нпр. име, маска привилегије, одредиште линка, величина итд.
- Вредности промењивих окружења у тренутној љусци система.
- Вредности промењивих тренутне љуске система, нпр. алијаси и сл.
- Тренутна радна путања љуске система.
- Историја наредби задатих кроз тренутну љуску система.
- Списак активних програма на систему, мета-подаци о њима, њихова места извршавања (да ли се извршавају у позадини или су у жижи).
- итд.

Збир вредности којима је одређен систем представљају његово стање. Израз у наставку, означен са Σ представља једно стање система.

$$\Sigma = \{\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n\} \quad (3)$$

Ако дође до промене неке од промењивих којима је одређен систем, настаје ново стање. Постоје два стања система Σ' и Σ'' , за која важе правилности одређене изразом означеним са u), датом у наставку.

$$\Sigma'' - \Sigma' = \Delta\Sigma, \Sigma' \neq \Sigma'' \quad (u)$$

Промена стања система $\Delta\Sigma$ може да буде представљена као скуп који обухвата све појединачне вредности које чине стање система и код којих је дошло до промене. Према томе, промена стања система може бити исказана изразом означеним са j), датом у наставку.

$$\Delta\Sigma = \{ \Delta\sigma_1, \Delta\sigma_2, \dots, \Delta\sigma_n \} \quad (j)$$

Свака посебна промена вредности којом је одређен систем се утврђује појединачно, зависно од онога шта представља.

Примери промена су:

- Промењена структура директоријума, која може да настане услед додавања нове датотеке или директоријума, брисања датотеке или директоријума који су у њему постојали, промене имена датотеке или директоријума, промене мета-података неке ставке итд.
- Промена садржаја датотеке.
- Промена мета-података о датотеци или директоријуму.
- Промена вредности промењиве окружења.
- Промена радне путање љуске система.
- Уписивање текста наредбе у историју наредби љуске система.
- Промена својстава покренутог програма, нпр. паузирање, прекид рада, настављање извршавања, промена места извршавања итд.

6.2.2.3 Почетно стање система

У поступку састављања обрасца за оцењивање, који ће се користити и за састављање текста поставке радног задатка, програм започиње постављањем почетног стања система. Почетно стање свакако настаје читавањем унапред припремљене слике оперативног система, над којом се, у одређеном почетном директоријуму корисника студентског налога припрема почетно стабло датотека и директоријума од којег се очекује почетак решавања задатка. Овај корак није обавезан, тако да се може сматрати да је почетно стање увек исто.

6.2.2.4 Поступак састављања обрасца

У поступку састављања обрасца, потребно је направити скуп промена система. Ово се постиже опонашањем корисника оперативног система, тј. студента и поступака којима он може да доведе до промена система. Уопштено, циљ овог поступка је састављање скупа мањег броја промена система, као што је приказано изразом κ) у наставку.

$$\Lambda = \{ \Delta\Sigma_1, \Delta\Sigma_2, \dots, \Delta\Sigma_n \} \quad (\kappa)$$

Скуп Λ је скуп последица примене функција промене система које су у овом поступку одабране случајним избором, а које на крају улазе у поступак обликовања коначног обрасца.

Овај скуп функција промене система је приказан изразом $л)$ у наставку и представља уређену n -торку, чији чланови представљају функције из изворног скупа, а редослед тих чланова је унапред познат и непромењив је од тренутка када је састављен. Програм за састављање поставке задатка се ослања на непромењивост T .

$$T = (t_1, t_2, \dots, t_n), t \in \Theta \quad (л)$$

n -торка T је чинилац приказан у претходно истакнутом изразу $д)$, који показује начин на који је састављена n -торка функција F . На основу тако добијене n -торке функција F и његовог чиниоца T могуће је приступити састављању текста поставке задатка.

6.2.2.5 Састављање текста задатка

Решење за аутоматизовано прегледање задатака у првом делу свог рада, приликом састављања обрасца, има за циљ да састави и текст поставке радног задатка за студента, који се саставља на основу претходно направљеног обрасца за прегледање задатка. Како је образац скуп поступака какве студент у свом раду треба да понови како би постигао очекивани исход, могуће је на основу обрасца написати текст који у неколико корака даје упутства и све податке потребне да студент праћењем и применом истих постигне тражени циљ. Поступак састављања текста задатка се врши аутоматски, одмах по завршетку састављања обрасца и ради на начин описан у наставку. Свака функција промене стања система, која је саставни део обрасца задатка и која има своје тачно одређено место у n -торци која представља образац, одређена је својим пратећим скупом могућих текстуалних израза који представљају упутства студенту шта се од њега очекује да уради.

Осим ових текстуалних упутстава, одређене функције промене стања система могу захтевати приказ очекиване промене система, која може на адекватан начин, текстуално или сликовно да буде дата студенту на увид као допуна упутства за рад за решавање корака који одређује та функција промене стања система. Приказ промене система који се односи на појединачне функције, односно $\Delta\sigma$ је заправо посебна промена вредности којом је одређен систем и наслеђена је из поступка састављања обрасца, а описана је у изразу $ж)$.

Имајући у виду да се овај скуп вредности којима је систем одређен може непосредно поредити са првобитним стањем, могуће је текстуално или сликовно приказати саму ту разлику у поставци задатка, или је могуће приказати почетно и крајње стање дела система, где се студенту оставља да самостално утврди поступак којим ће извршавањем одређених наредби довести систем из првобитног у крајње стање, уз поштовање изричито задатог упутства за тај корак задатка.

6.2.2.6 Примери састављања појединачних корака у тексту задатка

Као што је назначено, текст поставке радног задатка се састоји од општих упутстава студенту, као и од појединачних корака у тексту задатка којима се одређују појединачни делови задатка које студент треба да реши задавањем потребних наредби. У овом одељку је приказано неколико примера поступка састављања појединачних корака у тексту задатка.

1. Потребно је саставити текст корака поставке задатка која се односи на потребу провере познавања начина промене тренутне радне путање љуске система. Вредност промене која одређује стање система која се прати за ову функцију промене стања система, тј. за наредбу за промену тренутне радне путање љуске, јесте тренутна радна путања. Функција промене стања система са собом у саставу обрасца садржи вредност нове радне путања која треба да буде постављена. Примери текстова упутства који за овај корак могу да буду одабрани случајним избором су:

- "Променити радну путању на {{ARG.0}}."
- "Подесити тренутни радни директоријум на {{ARG.0}}."
- "Отићи у директоријум на путањи {{ARG.0}}."
- итд.

Путања на коју треба студент да промени тренутну радну путању љуске система је дата као вредност првог елемента низа аргумената означеног као ARG. Елементи низа су обележени индексима чије бројање почиње од 0, тако да је први елемент на индексу 0, у обрасцу упутства корака приказан је као {{ARG.0}}.

2. Потребно је направити нову датотеку, која ће имати тачно одређено име, садржај и да се налази унутар тренутног радног директоријума. За праћење и потврду да је стање система на исправан начин промењено за овакав корак задатка, прати се неколико вредности које одређују стање система и то: садржај тренутног радног директоријума, односно списак директоријума и датотека, као и садржај датотеке тачно одређеног имена.

Од свих ставки које представљају називе датотека и директоријума унутар тренутног радног директоријума, очекује се постојање датотеке тачно одређеног имена и унутар ње, очекује се постојање тачно одређеног садржаја. Овај садржај може да буде, зависно од посебне функције промене, задат дословно или може да буде коришћен регуларни израз који проверава да ли му унети садржај одговара.

Примери упутства који за овај корак могу да буду одабрани су:

- "Направити датотеку чије име је {{ARG.0}}, са садржајем који је написан у наставку: ⌈{{ARG.1}}"
- "Отворити нову датотеку {{ARG.0}}, па затим у њу уписати садржај: ⌈{{ARG.1}}"
- "Садржај: ⌈{{ARG.1}} ⌋ уписати у датотеку {{ARG.0}}"
- "Потребно је да у директоријум на тренутној радној путањи направите нову датотеку чије име је {{ARG.0}}, па да у ту датотеку упишете садржај: ⌈{{ARG.0}}", итд.

У тексту корака, име датотеке је садржано у првом елементу низа аргумената, а садржај који је потребно уписати у датотеку у другом елементу истог низа. У обрасцу за састављање текста упутства, знаком ↵ је представљен прелазак у нови ред у тексту упутства.

3. Потребно је да се промене права приступа неком директоријуму у посматраном кораку. Зависно од тога који делови права приступа и на које групе корисника се промена односи, припремљени текст обрасца може значајно да се разликује.

Прво је потребно да се одреди разлика између првобитног и новог стања вредности које одређују привилегије директоријума који се за овај корак задатка посматра и да се на основу те разлике састави један од могућих текстуалних упутстава које прописују потребу за тачно таквом променом.

За први пример, у почетном стању система, могуће је сматрати да су привилегије над наведеним директоријумом постављене на вредност изражену као 755, а да су у крајњем стању система постављене на вредност изражену као 700.

Ако се ове две вредности разложе у њихове чиниоце, настају:

Почетно стање система	drwxr-xr-x
Крајње стање система	drwx-----

Према томе, види се да ја над наведеним директоријумом, на почетку власник директоријума имао право да прегледа списак ставки у директоријуму, да мења садржај директоријума и да промени своју тренутну радну путању у тај директоријум. Корисници који припадају групи којој је додељен тај директоријум имали су право да прегледају списак ставки и да промене своју тренутну радну путању у тај директоријум, али нису имали право да мењају садржај директоријума. Иста права као и корисници који припадају групи, имали су остали корисници, који нису власник и који не припадају групи којој је додељен директоријум.

Након промене стања система у погледу вредности које одређују овај директоријум који је чинилац новог стања система, види се да је сва своја права задржао само власник директоријума, док су корисницима који припадају групи којој је директоријум додељен и сви остали корисници који нису ни власник нити припадају групи којој је додељен директоријум, више немају никаква права над овим директоријумом, тј. не могу да прегледају нити да мењају његов садржај, те не могу ни да промене своју радну путању на путању овог директоријума [261].

Разлика између ова два стања система се одгледа искључиво у погледу вредности привилегија тог једног директоријума и њихова разлика може да буде записана на више начина, нпр. као:

- go-rx
- g-rx,o-rx
- go=
- -055
- -050,-005
- итд.

С обзиром на то сваки од наведених записа представља исправан начин за промену привилегија помоћу наредбе промене привилегија датотека и директоријума, могуће је искористити било који од њих за састављање текста упутства за тренутни корак задатка. Без обзира на то да ли се користи бројчани или знаковни приступ записивању израза промене привилегија, могуће је саставити текст. Примери текстова упутства који за овај корак могу да буду одабрани случајним избором су:

- "Променити права приступа директоријуму {{ARG.0}} тако да власник задржи сва тренутна права, док групи којој је директоријум додељен и осталим корисницима на систему укинути сва права која можда имају над директоријумом."
- "Забранити свим корисницима осим власнику да читају садржај директоријума {{ARG.0}}, да му мењају садржај и да могу да промене своју радну путању у тај директоријум".
- "Променити права приступа директоријуму {{ARG.0}} тако да власник задржи сва тренутна права, док групи којој је директоријум додељен и осталим корисницима на систему забранити да читају садржај директоријума, да му мењају садржај и да могу да промене радну путању у тај директоријум."
- "Над директоријумом {{ARG.0}} забранити корисницима који припадају групи којој је директоријум додељен, као и свим осталим корисницима на систему, осим власника, да читају садржај директоријума, да му мењају садржај и да могу да промене своју радну путању у тај директоријум."
- "Свим корисницима на систему, осим власнику, укинути сва права над директоријумом {{ARG.0}}.", итд.

Име директоријума је садржано у првом елементу низа аргумената.

4. Потребно је да се направи тачно дефинисан списак датотека и директоријума у одређеном директоријуму у стаблу датотека и директоријума система. Тражени списак је унапред познат, а приликом састављања обрасца је одређен случајним избором, коришћењем назива из речника прихватљивих појмова, уз мање измене, нпр. додавањем неколико бројева са или без знакова за раздвајање од текста.

На овај начин, настала је једна грана директоријума и датотека чија имена су састављена случајним избором. Такође, мета-подаци, као што су постављене привилегије над наведеним датотекама и директоријумима, су унапред одређене случајним избором још у тренутку када је састављан образац.

За овакву функцију промене, која је направљена тако да низом наредби изгради потребну грану у стаблу датотека и директоријума система на одабраној путањи, одређено је да текст обрасца корака задатка не треба да буде састављен на основу промене, већ на основу крајњег стања система.

Од студента се тражи да одреди тачан поступак, задавањем свих неопходних наредби да доведе стање система у оно које одговара крајњем стању система, тј. да направи тражено стабло датотека и директоријума са тачно назначеним привилегијама његових ставки.

Тачан редослед наредби и саме наредбе којима се студент служи да реши овај корак задатка није изричито одређен и студент има слободу да корак задатка реши на било који начин. Систем за прегледање ће након сваке наредбе проверавати да ли је настало очекивано крајње стање и тек тада ће обележити корак као решен.

Текст упутства за овај корак може изгледати као у овом примеру:

"На путањи `{{ARG.0}}` изградити грану датотека и директоријума чији приказ је дат у наставку. Водити рачуна о великим и малим словима у називима ставки, као и о привилегијама над ставкама:

```
├── [drwxr-x---] Projekat-9072
│   ├── [-rw-rw----] Dokumentacija12.doc
│   └── [-rw-r--r--] materijali.lnk
├── [drwx-----] Zaposleni
│   ├── [-rw-----] lmarkovic.txt
│   ├── [-rw-----] osekulic.txt
│   └── [-rw-----] tdakic.txt
└── [drwxr-xr-x] dokumentacija9
    └── [-rw-r-----] veza981203.txt"
```

6.2.2.7 Пример састављеног текста задатка

Када се претходно приказани поступак састављања појединачних корака радног задатка заврши, текстови тих корака се обједињују у један документ којем се додају опште упутство за рад и опште упутство за начин слања решења радног задатка на прегледање.

С обзиром на то да је очекивани исход радног задатка састављање кода скрипте написане на *Bash* језику за писање скрипти садржаног унутар једне датотеке која треба да представља јединствено решење радног задатка, унутар текста поставке радног задатка, дате су неопходна упутства везана за то како треба да изгледа поступак припреме решења задатка.

Општа упутства за рад садрже поступни приказ начина започињања рада на виртуалној машини и преглед одређених правила којих студент треба да се придржава током израде свог решења радног задатка.

Општа упутства за крај рада садрже поступни приказ начина на који се рад испитног радног задатка завршава, тј. на који се сачињено решење радног задатка може спаковати и послати путем платформе за отпремање решења радних задатака студената, било да се то врши унутар локалне мреже рачунара у електронској учионици или преко Интернета. Начин слања зависи од начина и места на којем се спроводи испит. У условима када није могуће да се испит спроведе у електронским учионицама, тада је могуће да се овој платформи приступи и са удаљене локације, нпр. од куће, преко Интернета.

Поставка радног задатка је подељена у кораке, од којих је сваки одређен текстом поставке корака задатка, а састављен поступком који је описан у претходном одељку овог поглавља. Зависно од упутстава управе факултета, уз редни број и текст корака задатка, студентима може да буде приказан и број бодова који назначавача колико вреди сваки појединачни корак задатка. Кораци могу да буду вредновани истим бројем бодова по кораку или могу да буду различите тежине, те да у складу са тим имају различити број бодова колико вреде. До сада је пракса била да се не истичу бројеви бодова корака.

Пример састављеног текста задатка је приказан у поглављу Прилози, заведен под редним бројем 1, међу прилозима овог рада.

6.2.3 Рад програма за аутоматизовано прегледање решења задатка

Пошто студенти у складу са упутством за крај рада отпреме решење радног задатка, покреће се програм за његово аутоматизовано прегледање. Приликом аутоматизованог прегледања, користи се образац задатка према којем је била састављена поставка радног задатка за студента који је задатак послао на прегледање. За сваког студента се у датом испитном року бележи која му је поставка радног задатка задата и који образац за оцењивање је потребно применити у поступку аутоматизованог оцењивања решења задатка.

6.2.3.1 Статичко рашчлањавање изворног кода скрипте

Први корак у поступку аутоматизованог оцењивања решења радног задатка је утврђивање синтаксне исправности изворног кода, која се спроводи помоћу алата за проверу *Bash* синтаксе. Провера синтаксе скрипте се спроводи коришћењем алата *ShellCheck* [262]. У питању је алат отвореног кода који може да се користи за статичко рашчлањавање изворног кода.

Статичко рашчлањавање подразумева да се над изворним кодом спроведе поступак утврђивања усклађености делова изворног кода са прописаним обрасцима, али и очекиваним непроменљивим текстуалним целинама које морају да се нађу у коду решења. У смислу усклађености кода са прописаним обрасцима, чинилаца система задужена за оцењивање овог дела може да утврди да ли су имена променљивих које се користе, написана у складу са правилима именовања која је прописана као саставни део задатка.

Она може да утврди да ли су за навођење вредности текстуалних чинилаца које не користе уграђивање вредности променљивих коришћени једноструки наводници, уместо двоструких итд. Ове провере ниског синтаксног, семантичког и стилског гледишта се надовезују на проверу синтаксне исправности целокупног изворног кода, која се утврђује помоћу спољног алата који се, за ове намене користи услужно у поступку оцењивања ваљаности самог решења, а не само његове радне исправности. Сваки чинилац провере се вреднује и може да утиче на коначну оцену предатог решења задатка.

Осим у сврху провере усклађености са захтеваним степеном ваљаности, па и синтаксне исправности, статичко рашчлањавање може да се користи у случајевима када предато решење задатка не може да се изврши, па није могуће извршити проверу радне тачности. Ово може да буде случај због најмање грешке у синтакси која не дозвољава извршавање скрипте. Међутим, управо статичким рашчлањавањем, могуће је издвојити део кода, на основу познатог састава задатка и тај део извршити независно.

6.2.3.2 Покретање скрипте

Када се поступак статичке провере исправности изворног кода скрипте заврши, уколико је провера утврдила да је скрипта синтаксно исправна, покреће се поступак извршавања скрипте у припремљеном примерку слике стабла датотека и директоријума система, који је истоветан оном на којем је студент решавао радни задатак. Отвара се посебна заштићена љуска система, покреће се програм за праћење промена који је заказан да се изврши пре и после сваке од наредби коришћених у изворном коду скрипте. На овај начин, бележењем свих вредности које чине стање система какав ово решење за аутоматизовано прегледање прати, могуће је направити слику стања система пре и после извршавања сваке наредбе.

Када се програм покрене, све промене стања система, забележене од тренутка почетка рада, користе се да се срачуна промена стања система након сваке извршене наредбе. Посматрају се историја задатих наредби, вредности променљивих окружења љуске система и друге вредности које су чиниоци стања система. Програм их пореди са очекиваним променама, које су у складу са обрасцем радног задатка.

6.2.3.3 Оцењивање решења

Исходи поређења представљају основ за доношење оцене испуњености сваког од корака задатка и на основу степена испуњености рачуна се број бодова које је студент остварио за сваки корак задатка понаособ.

Како неки кораци могу имати оцену испуњености која је дискретна и одговара логичкој вредности тачно или нетачно, у смислу да је корак задатка испуњен или не, а други могу имати оцену испуњености која је изражена као постотак, уколико је сачињен од више поступака у решавању датог корака, бројеви бодова за корак се рачунају као удео постотка његове испуњености. Код корака који имају дискретну оцену испуњености, узима се 0 или 100%.

6.2.4 Испуњење потреба

Приказано решење за аутоматизовано прегледање решења студентских радних задатака испуњава једну од основних потреба, а то је да омогући да студент својим радом покаже да је стекао потребне радне вештине. Ово решење, од целина из неколико унапред одређених скупова делова обрасца, насумично саставља поставку радног задатка коју студент решава, а које потом прегледа и оцењује. На описан начин, решење обезбеђује непосредну проверу степена стечених радних вештина код студента, али и непосредну проверу степена усвојених знања, која су била неопходна за тачно решавање радног задатка. Исход прегледања и оцењивања, са истицањем места где је начињена грешка, је у кратком року доступан и студенту и наставнику.

За ово решење је могуће накнадно саставити нове делове обрасца у виду функција за промену стања система, са њиховим припадајућим обрасцима за састављање дела текста поставке задатка у корацима, на основу којих нови састављени обрасци за оцењивање, па самим тим и поставке радних задатака могу да укључе у поступак провере стечених вештина и усвојеног знања друге целине које су предмет градива на предмету.

Иако у тренутку писања студије случаја описано решење није поседовало начин за непосредно повезивање са факултетским информационим системом за отпремање исхода оцењивања радних задатака, оно је поседовало развијену функцију да обједини све исходе оцењивања студената у посебном испитном року у датотеку са табеларним приказом оцена оцењивања радних задатака за све студенте који су на испит изашли, како би таква датотека могла да буде отпремљена у факултетски информациони систем путем наставничког дела система. Управо ова могућност извоза исхода прегледања и оцењивања решења радних задатака у датотеке чији облици су прилагођени факултетском информационом систему олакшава рад наставницима и обезбеђује задовољавање потреба за тачним преносом оцена појединачних делова испита у факултетски информациони систем, што умањује могућност људске грешке.

С обзиром на то да не постоји веза са факултетским информационим системом, није могуће обезбедити пренос података о студентима и испитним роковима, те нису могуће провере и ограничење могућности покретања поступка састављања задатка и прегледање решења радног задатка. Због тога, наставник сам мора да ограничи приступ решењу, када његова употреба не треба да буде стављена на располагање студентима.

Наставник може студентима да омогући приступ решењу за потребе вежбања за време часа у електронској учионици. Тада се решење користи на исти начин као за време испита, с тим да, у том случају, наставник може да занемари и да не отпреми у информациони систем исходе оцењивања послатих студентских решења радних задатака.

6.2.5 Предности и мане

Решење за аутоматизовано прегледање студентских решења радних задатака задовољава потребе за брзом и учинковитом провером како степена усвојених знања, тако и степена стечених радних вештина студената. Исход студије случаја коришћења овог сопственог решења открива, поред свих предности и одређене мане овог решења. У овом одељку су приказане предности и мане коришћења овог сопственог решења. Предности и мане су представљене из угла установе, наставника који уређује потребна подешавања овог решења и студената који ово решење треба да користе. Предности и мане се деле на вредносне и својствене. Вредносне је могуће непосредно поредити, док својствене служе за утврђивање особина решења у односу на посредно мерљиво искуство или претходно сазнање о нечему.

6.2.5.1 Предности

Основна предност овог сопственог решења за прегледање студентских решења радних задатака аутоматизованим поступком је та што обезбеђује брзу и учинковиту проверу степена усвојених знања и стечених радних вештина на непосредан начин. Исходи оцењивања прегледаног решења радног задатка су доступни у веома кратком временском периоду и засебно су рашчлањени исходи оцењивања сваког појединачног корака у задатку који обухвата проверу једне или више вештина чије стицање је било очекивано из обрађеног градива на предмету. Ова скоро тренутна доступност исхода оцењивања рада је својствена предност из угла студента, наставника и установе. Студентима је осигуран јасан и брз увид у исход оцењивања њиховог рада, без било каквог разликовања, посебног односа или утицаја приликом оцењивања њиховог рада од стране испитивача. Наставницима, у улози испитивача, је врло брзо након завршетка рада обезбеђен увид у исход оцењивања, а остварени бројеви бодова су доступни за преузимање за даљу обраду.

Наставнику се уклања терет спровођења ручног оцењивања послатих решења радних задатака, чиме се штеди време. За установу су предности учинковитост целокупног поступка спровођења испита на којима се од студената тражи да решавају радне задатка, обезбеђивање тачности исхода прегледања тих радова и укидање непотребних радних задатака наставницима, јер не морају да троше радно време на ручно прегледање и оцењивање решења радних задатака.

Из угла наставника у улози испитивача, поступком састављања посебних поставки радних задатака за сваког студента, умањује се могућност заједничког рада на изради једног решења које би више студената послало као своје, те се омогућава тачнија провера степена усвојеног знања и стечених радних вештина за сваког студента на испиту. Чињеница да је свака поставка радног задатка другачија и састављена посебно за сваког студента, предност је што се откривена поставка радног задатка неће поновити у истом облику. Због тога неће моћи да дође до ситуације да у неком од наредних испитних рокова студент пошаље раније припремљено решење радног задатка, ако се иста поставка од ранијих рокова или из претходних година понови.

6.2.5.2 *Мане*

Једна од мана је сложеност поступка састављања основних делова из којих се обликује образац за поставку задатка. Наставник има задатак да припреми функције за промену стања система, да састави више текстова који се користе као образац за поставку задатка, који су јасни и недвосмислени, а тако да студент читајући поставку конкретног корака и дела задатка зна шта се од њега очекује и да испита њихов рад. Овај поступак може да буде дуготрајан, али је једнократан. Након што се тај корак заврши и након што буду спремне функције промене стања које покривају проверу усвојених знања и стечених радних вештина, ова мана може да се занемари. Друга мана је ограничење места употребе овог решења, која је приметна свим улогама, од установе, преко наставника, до студената. Решење је могуће да се користи само у електронским учионицама, на посебно припремљеним виртуалним машинама са посебно подешеним оперативним системом и посебно инсталираним клијентским делом овог сопственог решења. Због тога, решење не може да се користи за спровођење испита у условима када је онемогућено присуство ученика у електронским учионицама и када је потребно спровести испитивање са удаљене локације, од куће, преко Интернета. Могући начини да се превазиђе ово ограничење су разматрани, у виду обезбеђивања студентима удаљене везе ка радној површини оперативних система рачунара у електронској учионици за време трајања испита. Међутим, оваква решења нису заживела у пракси, те се овај недостатак сматра једном од основних мана система у условима рада какви су на снази од марта 2020. године, од тренутка проглашења епидемије, па пандемије нове болести *Covid-19*, изазване вирусом Корона. Такође, једна од мана овог решења је чињеница да је припремљена слика оперативног система који се користи за време испитивања, у којем студенти решавају своје радне задатке припремљена да се извршава у оквиру система за виртуализацију, која захтева посебне поставке рачунарског хардвера, у смислу активације виртуализације. Активирање система за виртуализацију има своје предности и мане у смислу на перформансе рачунара, те из угла установе, ова техничка неопходност може да представља и ману у смислу најповољнијег искоришћавања рачунарских склопова који се стављају на располагање у електронске учионице за све наставнике за њихове предмете, а не само за предмет за који је развијено ово сопствено решење.

Из угла наставника и институције, маном може да се сматра и чињеница да ће временом, студенти моћи да саставе образац по којем се обликују текстови поставки радних задатака и да се на тај начин боље припреме за решавање тих посебних примера делова радних задатака. Међутим, управо чињеница да је задатак наставника био да састави велики број делова обрасца, који помажу да се утврди степен стечених радних вештина и усвојеног знања студената, може да учини да се значај ове мане у великој мери може занемарити, јер ће студенти управо у циљу жеље да испит положи, научити управо начин да реше такве примере корака радних задатака, чије суштински раде на стицању радних вештина, те се поништава основ да се ово сматра маном. Коначно, из угла студента, мана је немогућност рада на решавању радног задатка са удаљене локације, преко Интернета. Да би полагали испит решавањем радних задатака коришћењем овог сопственог решења, неопходно је да студенти испит полажу у електронским учионицама у којима су рачунари на посебан начин припремљени за овај вид полагања испита.

6.2.5.3 *Закључак*

Увидом у могућности решења за аутоматизовано прегледање решења радних задатака студената, као и потврдом да оно задовољава потребе да се аутоматизованим поступком обезбеди провера степена стечених радних вештина, могуће је дати одговор на једно од питања која су предмет овог истраживачког рада.

Одговор 6 – Потврда одговора на истраживачко питање (А)

На основу овог сазнања, могуће је дати одговор на истраживачко питање (А), који је потврдан. Заједно са већ датим одговором на истраживачко питање (Б), које је одговорено потврдно, као и на основу одговора на питање (А) које је овде образложено, закључује се да су хипотезе (I) и (V) овог истраживања потврђене.

7 Обрада прикупљених података

За оцењивања степена стечених радних вештина, у оквиру испитних обавеза студената на предмету "Оперативни системи" су употребљавана оба описана решења: решење за аутоматизовано оцењивање електронских тестова и решење за аутоматизовано прегледање решења радних задатака студената. Током четири године ангажовања аутора на овом предмету, које обухвата истраживање представљено у овом раду, током две школске године је за ту намену употребљавано решење аутоматизовано оцењивање електронских тестова, а током друге две школске године је коришћено решење за аутоматизовано прегледање решења радних задатака. Исходи оцењивања степена стечених радних вештина су објављивани на страницама званичног универзитетског спремишта образовних средстава овог предмета. Спремишта садрже сва објављена образовна средства потребна за праћење предмета, изводе из лекција, скрипте, видео снимке са вежби, податке о предмету, податке о потребним додатним уџбеницима, објаве са важним вестима, али и са исходима оцењивања колоквијумских и испитних тестова и задатака током школске године. Саставни део овог истраживања је вредносно рашчлањавање ових исхода оцењивања и приказ закључака добијених из тог поступка обраде података. Ово поглавље обухвата опис начина допремања потребних података за обраду, начин сређивања података, начине поређења прикупљених и сређених исхода оцењивања, као и поступак вредносног, али и својственог рашчлањавања исхода обраде тих података. Сазнања настала овом обрадом су проширена и опширније објашњена у поглављу за расправу о исходима истраживања, а на основу чијих приказаних тумачења су донети коначни закључци истраживачког рада.

7.1 Допремање података

Као што је истакнуто у уводном образлагању овог поглавља, подаци о исходима оцењивања степена стечених радних вештина студената током четири године ангажовања аутора на овом предмету, током којих је био одговоран за спровођење тог поступка, су јавно објављивани на универзитетском спремишту образовних средстава овог предмета.

С обзиром на то да су подаци из изворног облика, пре објављивања, сакупљани у обједињену евиденцију у табеларном облику, па потом извожени у *PDF* документ за објављивање на Интернету без могућности измена, аутор је искористио изворне облике у којима су подаци у табеларном облику припремани и сачувани. Подаци су узети у изворном облику, како не би било трошено време на поступак претварања и ишчитавања садржаја из *PDF* датотеке назад у изворну *Excel* датотеку. Из искуства аутора, поступак претварања докумената из *PDF* датотеке у *Excel* датотеку није увек био тачан. Да би се спречиле грешке у узлазним подацима на којима се заснива обрада података и њихово вредносно рашчлањавање, узлазни подаци истраживања су преузети из факултетског информационог система.

Да би био сигуран да оцене стечених радних вештина нису мењане, све оцене допремљене из факултетског информационог система су упоређене са оценама из база података посебних сопствених решења у којима су настале и у чијим базама се трајно чувају без промена.

У наставку је описан начин чувања оцена у оба сопствена решења и описан је начин њиховог допремања за потребе провере која је обављена пре обраде података, а која је описана у наредном одељку овог поглавља које се бави поступком сређивања података.

7.1.1 Оцене из решења за електронско тестирање

С обзиром на то да се решење за електронско тестирање користи на више места и да је постављено на више раздвојених сервера који не деле инфраструктуру, па ни базу података, подаци о овим оценама су издвајани из неколико одвојених база података.

Сви радови тестова су обележени временским жиговима, а тестови којима припадају су обележени и називима, те је лако било утврдити којем делу оцењивања припада који тест и студентски радови у оквиру тог теста. Исходи оцењивања су извезени у табеларном облику, обједињени у једну табелу, доведени у потребан облик за поређење и поређани у растућем поретку по времену настанка.

7.1.2 Оцене из решења за аутоматизовано прегледање радних задатака

Како је решење за аутоматизовано прегледање радних задатака све време коришћено на једном месту, постоји само један извор података свих исхода оцењивања решења радних задатака студената. Из базе података апликације покретане на серверу са овог места, подаци су извезени у табеларном облику и доведени у облик потребан за поређење, а поређани су у растући поредак по времену настанка.

Том приликом је вођено рачуна да се подаци о студентима заштите и да се свим студентима доделе нови јединствени лични број. Студентима којима је од раније додељен јединствени лични број, та вредност није мењана. Студентима који су се налазили у овој бази података, а нису имали за раније забележене исходе оцењивања додељен јединствени лични број, нови произвољни број је одабран и уписан.

Након тога су сви подаци који могу да послуже да се утврди идентитет студента трајно уклоњени из скупа података. Поступак додељивања јединствених личних бројева студентима, којима се обезбеђује обезличење улазних података и тиме штити приватност студената, је описан раније у поглављу о прикупљању податка и његовом одељку о припреми података за даљу обраду.

7.2 Сређивање података

Подаци о изворним исходима оцењивања из оба сопствена решења су проверени упоређивањем са подацима из ауторовог личног спремишта исхода оцењивања студената које трајно чува и са подацима допремљеним из факултетског информационог система за посебне делове испитних обавеза. Пошто је утврђено да нема одступања, изворни подаци су употребљени као основ за даљу обраду и поређење. У поступку сређивања података, они су разврстани према томе да ли је посматрана оцена стечена током првог полагања испитног дела, из првог понављања или из другог понављања полагања испитног дела. За све оцене је уведена ознака да ли је стечена радом електронског теста или решавањем радног задатка. Временски жигови свих оцена су доведени у једноличан облик.

Извршено је уклањање свих личних података, као што су име и презиме студента, а бројеви индекса су замењени насумично изабраним јединственим бројевима, тако да се свако појављивање једног броја индекса замени једном истом насумично одабраном целобројном вредношћу, која се неће поновити. Овим мерама је испуњена потреба за заштитом података о личности услед могуће потребе за објављивањем изворних података на којима се заснива истраживање представљено овим радом. Поступком сређивања су добијени облици података који се у наредном кораку упоређују и на основу којих се доносе одређени закључци. Подаци су:

- додељени лични број студента, који се не везује за број индекса;
- начин спровођења полагања, који може бити тест или задатак;
- које је по реду полагање тог студента, које може бити прво или дуго;
- оцена исхода рада.

Пошто су подаци припремљени за обраду и смештени у програмски алат за обраду табеларних података, примењени су поступци рашчлањавања исхода оцењивања кроз вредносно и својствено рашчлањавање. У том поступку, прво је спроведена бројчана обрада података. Тачан преглед овог поступка је дат у наредном поглављу.

7.3 Рашчлањавање исхода оцењивања

Како би било могуће донети закључке поступком рашчлањавања, сви сређени подаци су разврстани у три групе података, приказане табеларно, на основу којих су извршена вредносна рашчлањавања за проналажење одговора на постављена питања.

- Прва садржи податке за студенте који су радили тест;
- Друга садржи податке за студенте који су радили задатак;
- Трећа садржи податке обе групе студената.

На основу тако добијених група података, могуће је издвајањем података саставити три нова табеларна приказа у којима су подаци обједињени на основу додељеног личног броја студента, који је за сваког студента одабран произвољно, а затим су ти подаци разврстани према следећем распореду:

- додељени лични број студента, који је у новој табели јединствен;
- начин спровођења полагања;
- оцена након првог полагања;
- оцена након другог полагања;
- број полагања тог студента;
- промена оцено од првог до другог полагања.

Из табела са подацима припремљеним према раније описаним обрасцима, могуће је извршити вредносно рашчлањавање њихових података са циљем налажења одговора на претходно постављена питања.

Ради лакшег увида у разлике у успесима студената, овај табеларни приказ је могуће додатно поделити према години студија у којој су постигнути исходи оцењивања који су предмет истраживања.

Табеле са подацима за све четири године студија које ово истраживање обухвата, састављене на начин који је овде описан, налазе се у поглављу Табеле на зачељу овог документа и обележене су ознаком Табела 1, 2, 3 и 4.

7.3.1 Вредносно рашчлањавање

Према овом обрасцу су састављене табеле разврстаних података, према начину спровођења полагања, тако да садрже податке за студенте који су полагали путем теста или радног задатка, респективно; као и посебна табела, која обједињује претходне и служи за поређење вредности добијених кроз поступак вредносног рашчлањавања. На основу ове табеле може да се утврди удео појединачних вредности добијених пребројавањем из табела са подацима подељеним према начину полагања. Обједињена табела није приказана у посебном поглављу за приказ табела коришћених у истраживању, због тога што представља само збир три појединачне табеле по годинама студија, те би се њеним укључивањем непотребно понављали исти подаци. Табела је сачињена како би било лакше извршити обраду података садржаних у њој.

Циљ овог поступка је налажење одговора на следећа питања, а који ће бити предмет наредног својственог рашчлањавања:

- Колико студената је полагало тест / радни задатак?
- Клико пута је полаган тест / радни задатак?
- Колико студената је полагало само једном?
- Колико студената је полагало два пута?
- Колико пута су студенти полагали по појединачним терминима?
- Која је просечна оцена након првог полагања?
- Која је просечна оцена након другог полагања?
- Која је просечна оцена студената који су само једном полагали?
- Која је просечна оцена студената који су полагали два пута?
- Која је просечна промена оцено између првог и другог полагања?
- Каква је раздеоба учесталости стечених бројева бодова?

На основу одговора на овако постављена питања, могуће је стећи додатна сазнања вредносним и својственим рашчлањавањем. Нова сазнања је могуће донети из одговора на допунска питања и то:

- Који је број студената који су положили из првог полагања?
- Који је удео студената који су положили из првог полагања?
- Који је број студената који су положили из другог полагања?
- Који је удео студената који су положили из другог полагања?

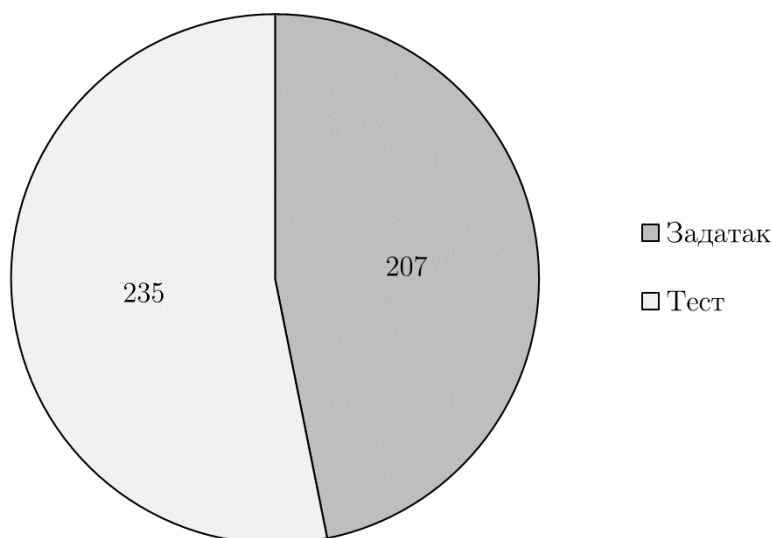
Вредносним рашчлањавањем, тј. бројчаном обрадом података који су приказани у обједињеној табели која обухвата све податке из табела 1 до 4, приказаних у поглављу Табеле, откривена су сазнања која непосредно или, уз постојеће податке и друга откривена сазнања, посредно омогућавају доношење закључака и одговора на питања која су предмет овог истраживања.

Одговори на постављена питања могу да помогну у доношењу нових сазнања која су предмет додатног својственог рашчлањавања. Својствено рашчлањавање је обухваћено посебним одељком у оквиру овог поглавља.

Одговоре на питања, добијена вредносним рашчлањавањем, могуће је непосредно упоредити и донети закључке о постигнућима студената који су полагали путем теста или решавањем радних задатка.

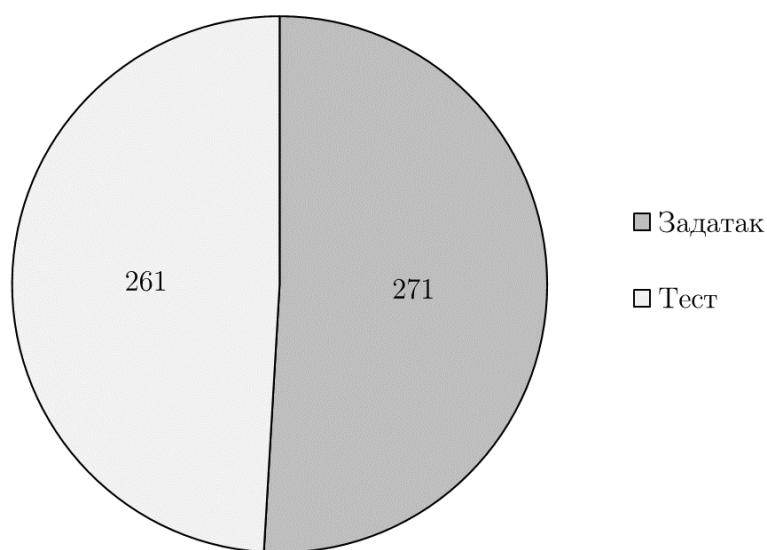
Коначно, исходи тих поређења могу да помогну да се одговори на неколико истраживачких питања којима се може потврдити или оспорити тачност наведених претпоставки.

Исходи вредносног рашчлањавања са одговорима на постављена питања су приказани у наставку.



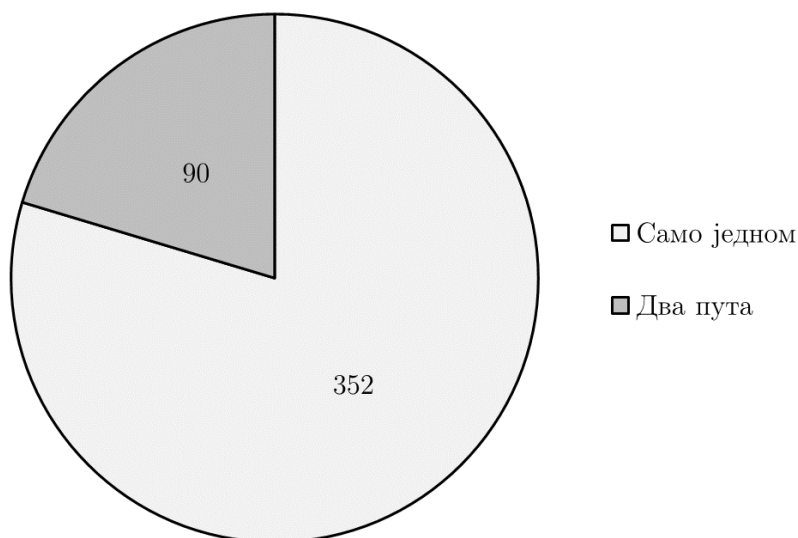
Слика 10 - Број студената према начину полагања

Слика 10 даје одговор на питање "Колико студената је полагало тест, а колико решавало радни задатак?" На основу слике, може да се закључи да је 53% студената полагало тест, док је 47% студената решавало радни задатак.



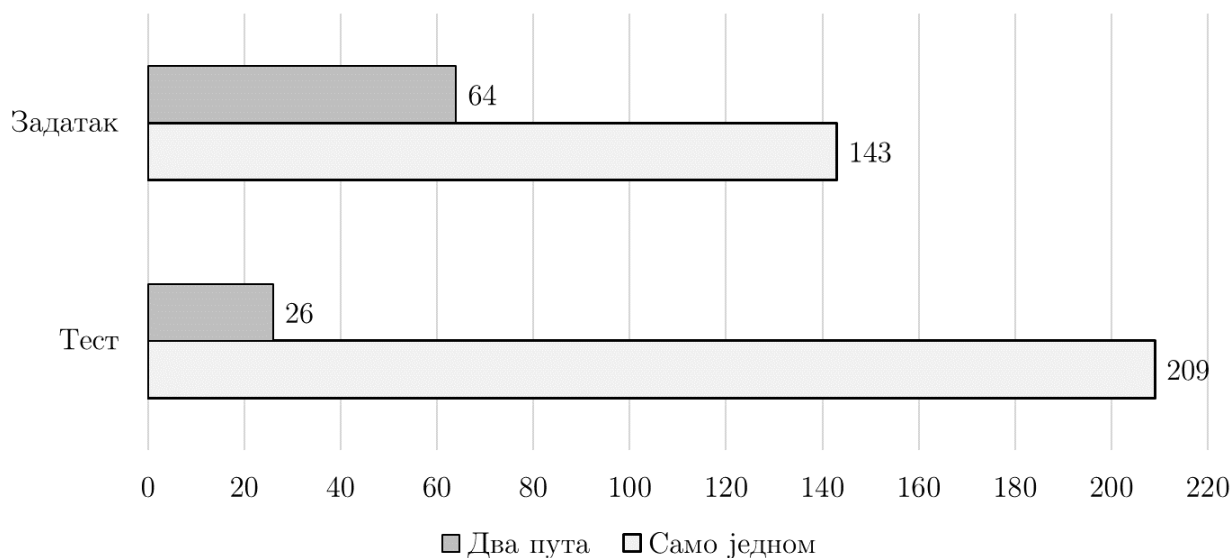
Слика 11 - Број полагања према начину

Слика 11 даје одговор на питање "Клико пута је полаган тест, а колико пута радни задатак?" Са слике може да се закључи да је у 49% случајева полагање било у виду теста, док је у 51% случајева решаван задатак.



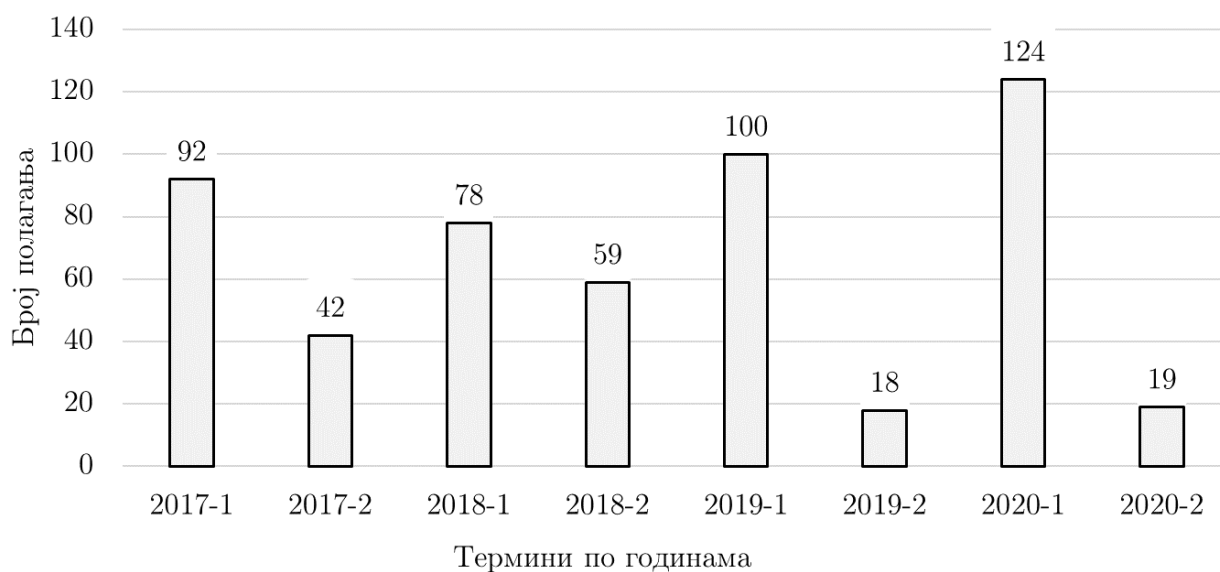
Слика 12 - Број студената према укупном броју полагања

Слика 12 даје одговор на питања "Колико студената је полагало само једном?" и "Колико студената је полагало два пута?". На основу приказаних исхода пребројавања, може да се утврди да је 80% студената полагало само једном, док је 20% студента и други пут изашло на полагање.



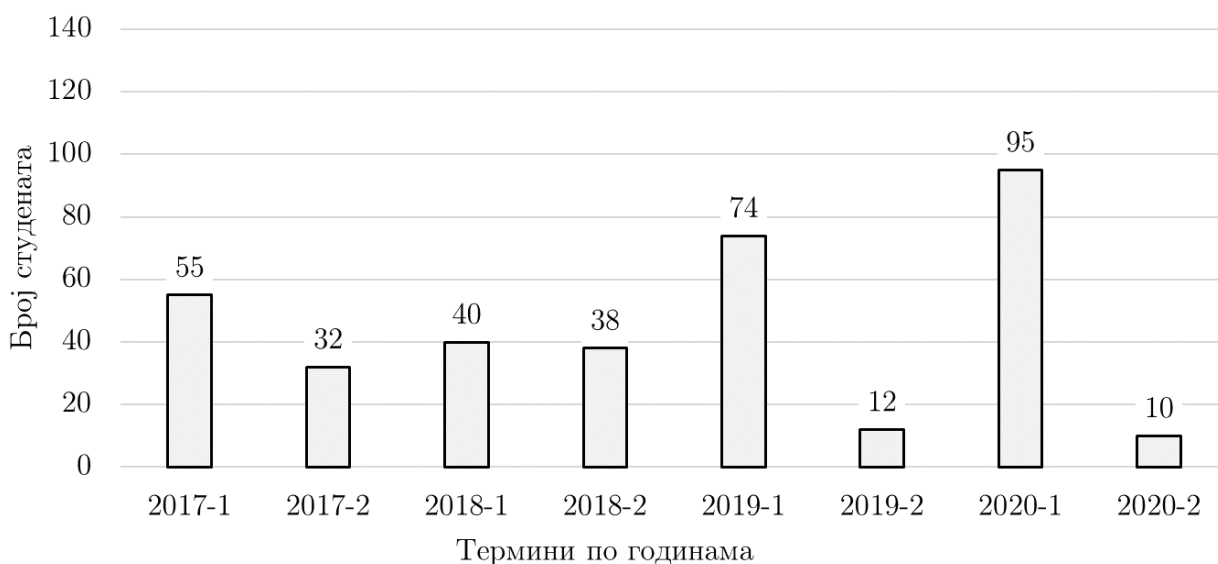
Слика 13 - Број студената према укупном броју и начину полагања

Иако слика 13 не даје непосредно одговор на неко од питања која су раније постављена, она потврђује раније дате одговоре о укупном броју студената који су полагаали само једном или укупно два пута.



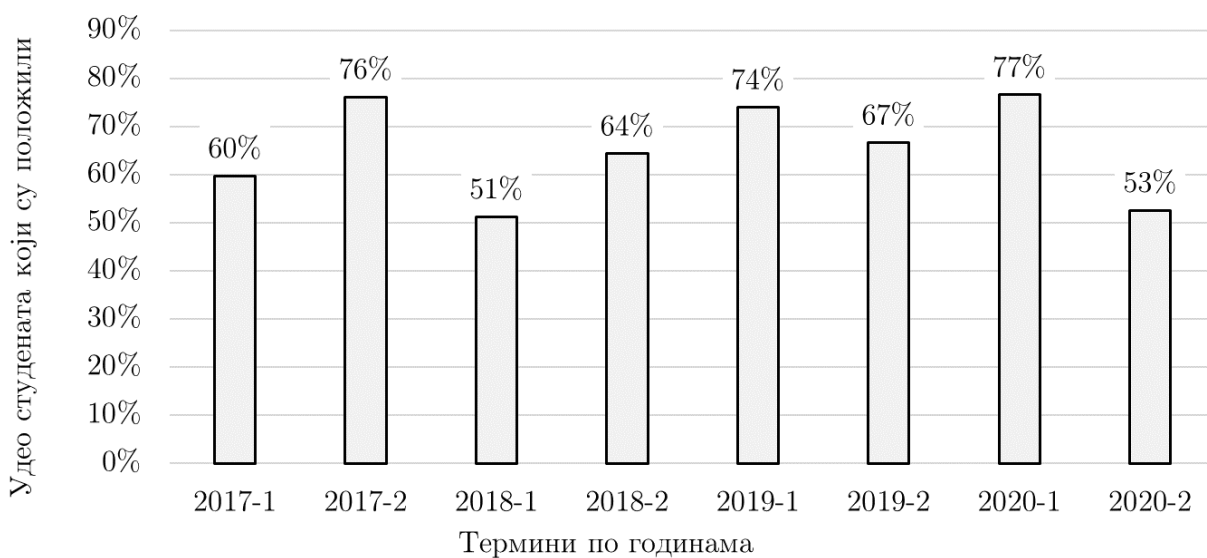
Слика 14 - Број полагања у 1. и 2. термину 2017, 2018, 2019. и 2020.

Слика 14 пружа увид у то колико је полагања било, по терминима и по годинама за које је спроведено рашчлававање података. Она даје одговор на питање "Колико пута су студенти полагаали по појединачним терминима?"



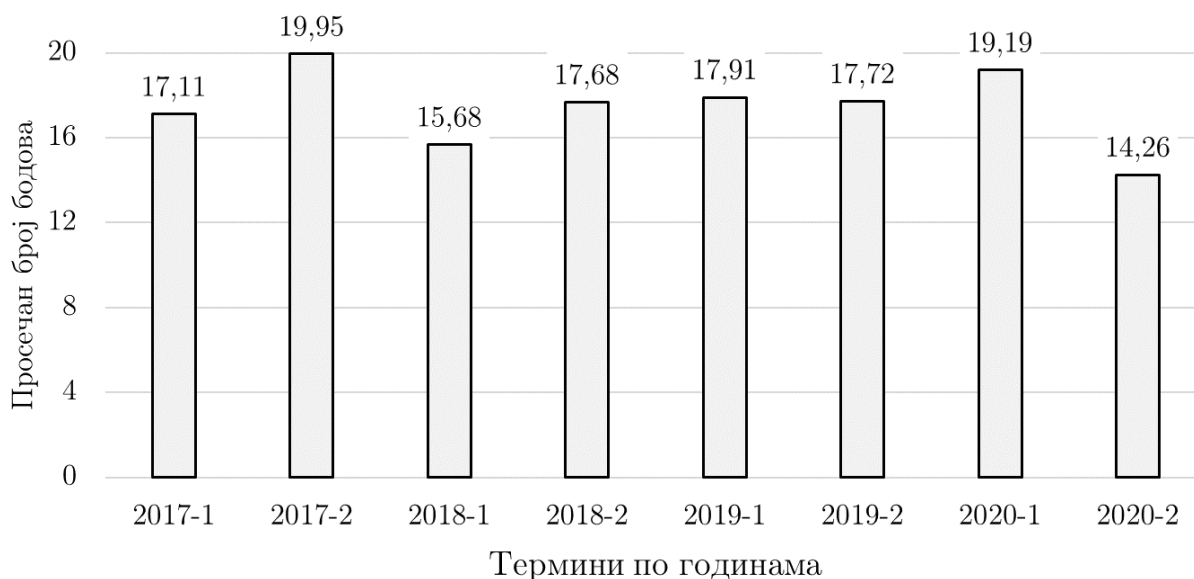
Слика 15 - Број студената који су положили након рада, по терминима

Слика 15 пружа увид у то колико студената је положило након рада у појединим терминима. Опширније разматрање сазнања која пружа овај исход обраде података је приказан у расправи о исходима обраде података.



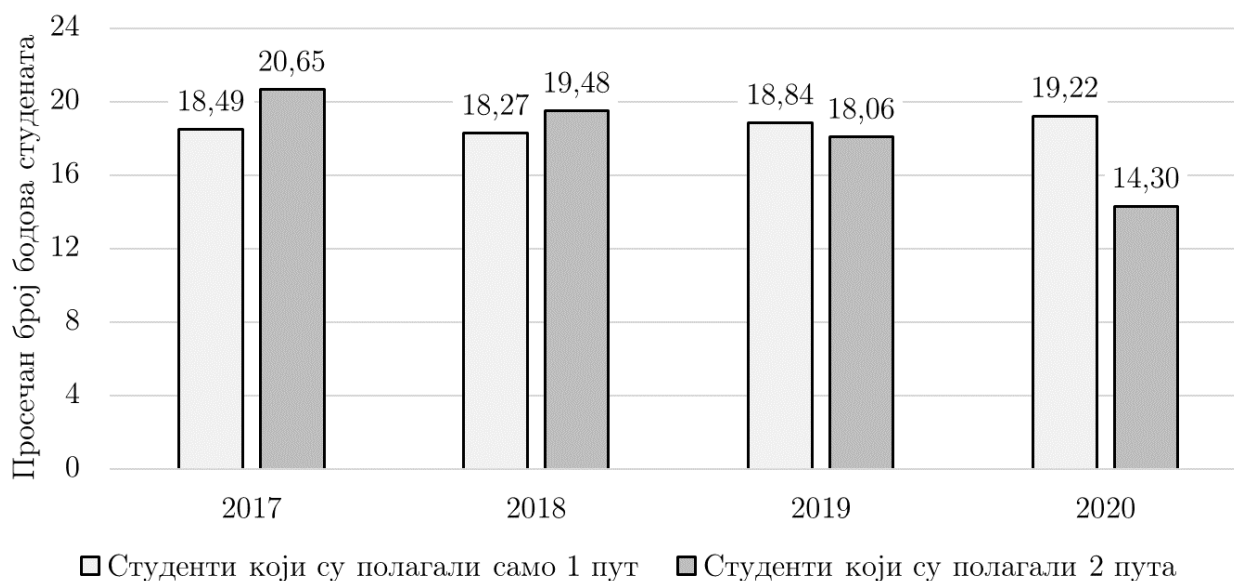
Слика 16 - Удео студената који су положили након рада, по терминима

Слика 16 приказује податке о томе који удео студената је положио након рада, по терминима и омогућава доношење нових закључака о разликама између начина полагања који су током година примењивани.



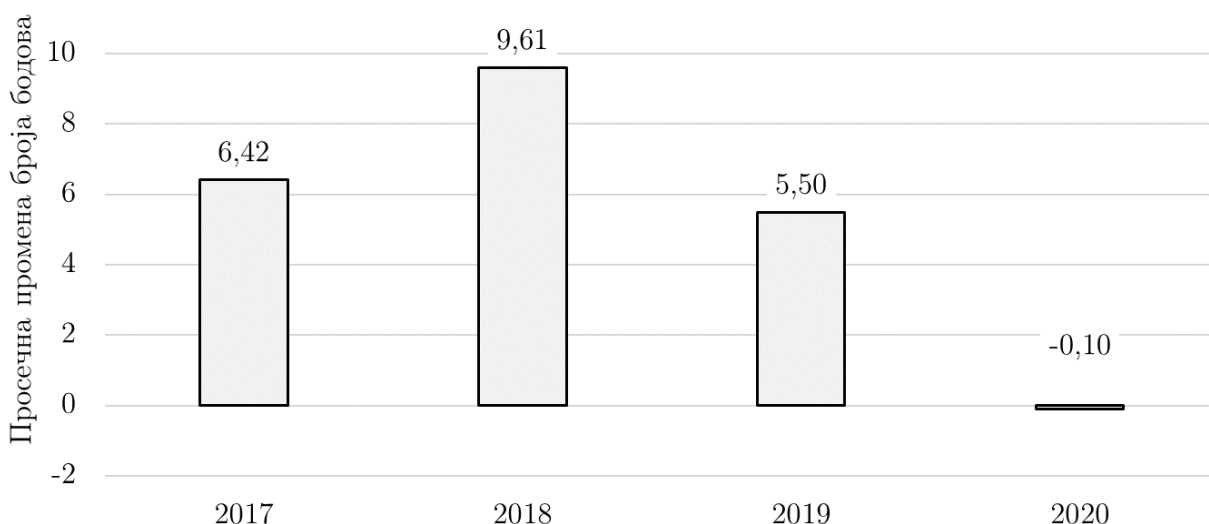
Слика 17 - Просечан број бодова у појединачним терминима полагања

Слика 17 обезбеђује одговоре на претходно постављена питања о томе "Која је просечна оцена након првог полагања?", као и о томе "Која је просечна оцена након другог полагања?".



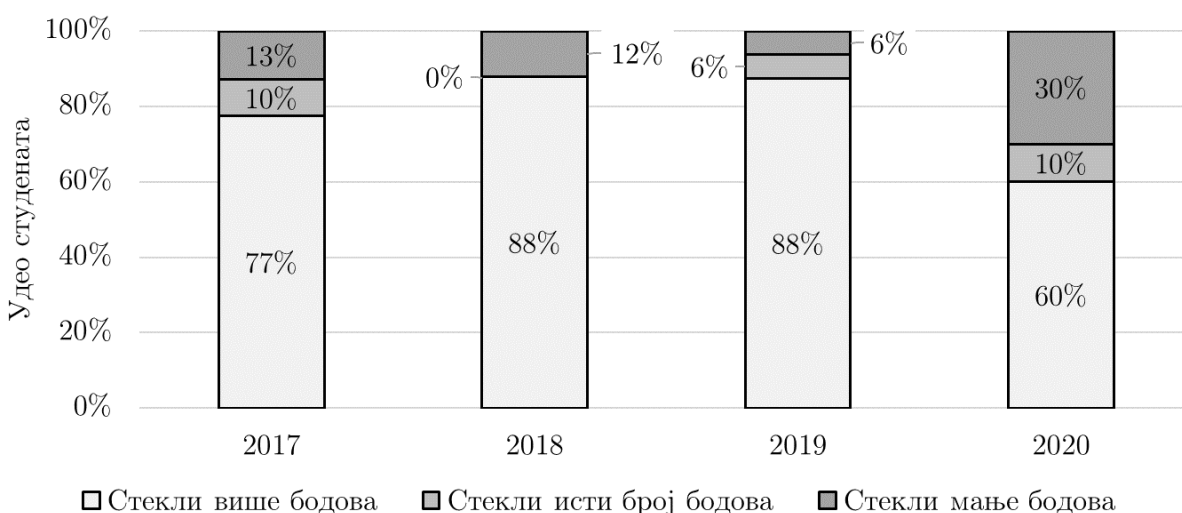
Слика 18 - Просек број бодова према броју полагања

Слика 18 даје одговоре на раније постављена питања о томе "Која је просечна оцена студената који су само једном положили?" и "Која је просечна оцена студената који су положили два пута?".



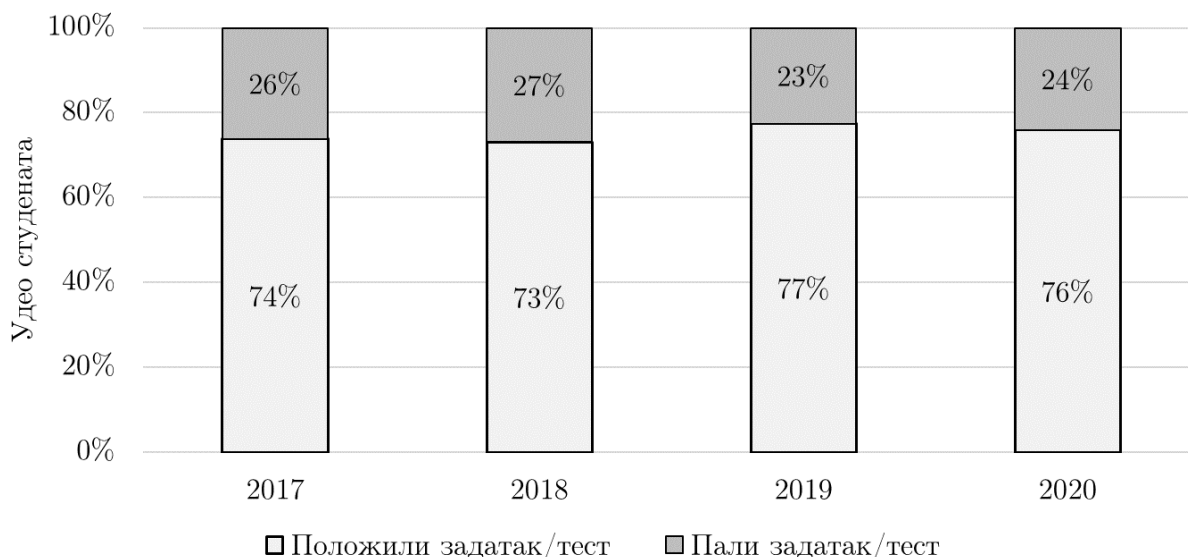
Слика 19 - Просечна промена броја подова након 2. термина

Слика 19 пружа одговор на раније постављено питање о томе "Која је просечна промена оцене између првог и другог полагања?" Подаци на слици су подељени по годинама.



Слика 20 - Удео студената који су након 2. термина стекли више, исто или мање бодова у односу на 1. термин

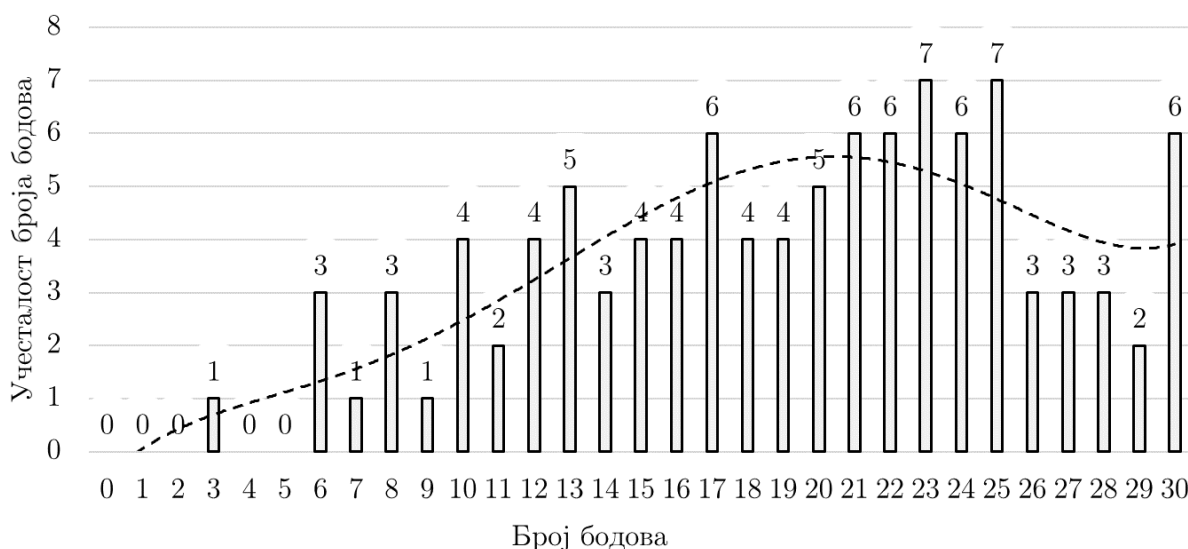
Слика 20 ствара јаснију слику од слике 19 о томе на који начин су се променили успеси студената између првог и другог полагања, по годинама. Слика приказује удео студената који су након другог полагања свој успех поправили, којима је остварени број бодова остао исти и оних који су лошије урадили у другом термину свој рад.



Слика 21 - Удео студената који су на крају године положили или пали

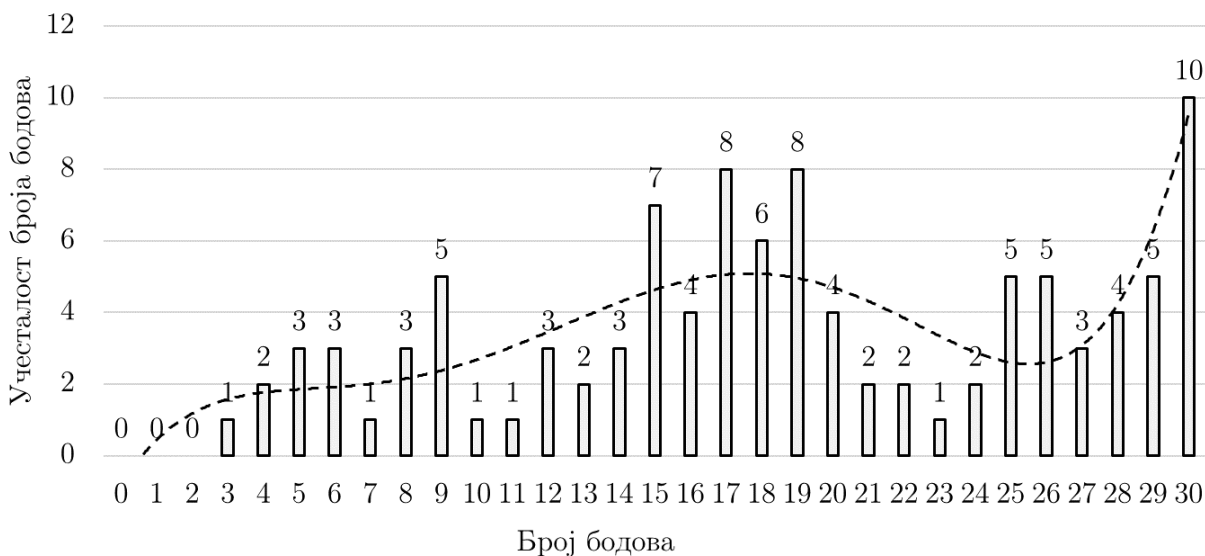
Значајно је узети у обзир и податак о томе колико студената, од свих који су излазили на полагање, по годинама, је положило посебни део испита. С обзиром на то да је потребно поредити ове податке по годинама, у обзир за разматрање су узети удели, који су приказани на Слика 21.

У циљу налажења одговора на питање "Каква је раздеоба учесталости стечених бројева бодова?", извршено је бројчано рашчлававање прикупљених података о исходима оцењивања радова студената и настало је пет погледа који приближавају успехе студената у смислу овако постављеног питања.



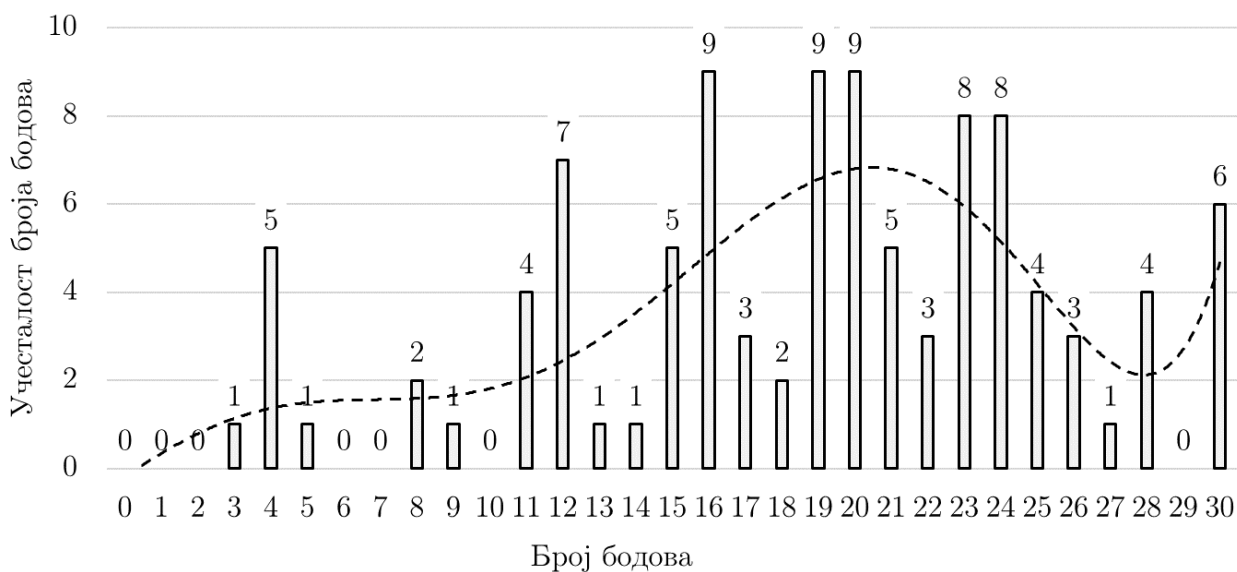
Слика 22 - Раздеоба учесталости броја бодова на крају 2017. године

Слика 22 даје приказ раздеобе учесталости бројева бодова студената на крају 2017. године, остварених решавањем радног задатка, у опсегу од 0 до 30.



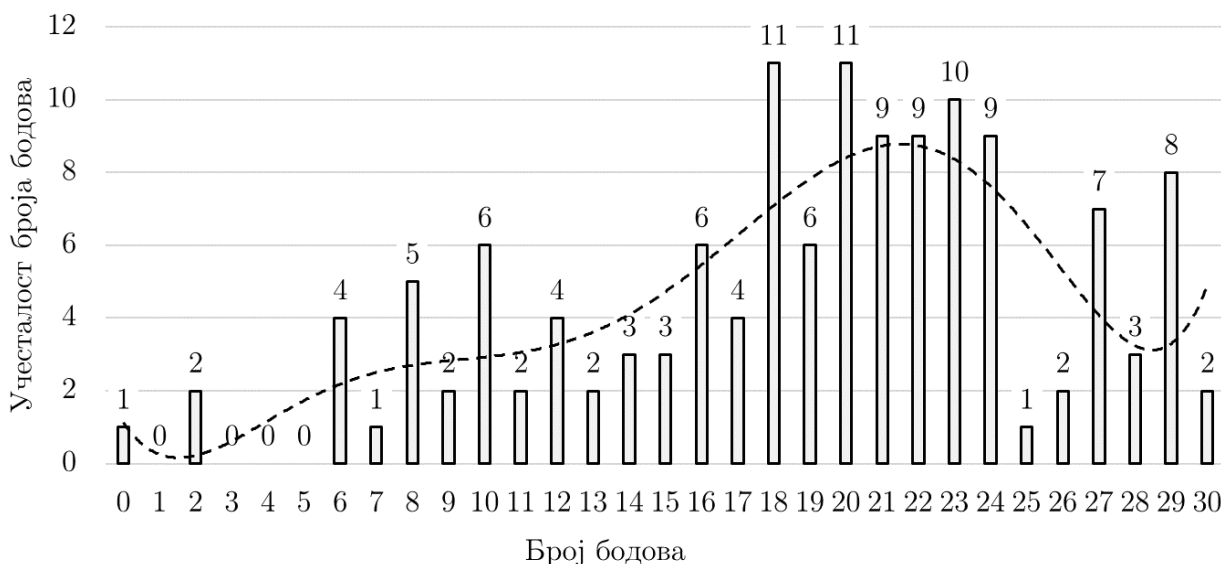
Слика 23 - Раздеоба учесталости броја бодова на крају 2018. године

Слика 23 даје приказ раздебе учесталости бројева бодова студената на крају 2018. године, остварених решавањем радног задатка, у опсегу од 0 до 30.



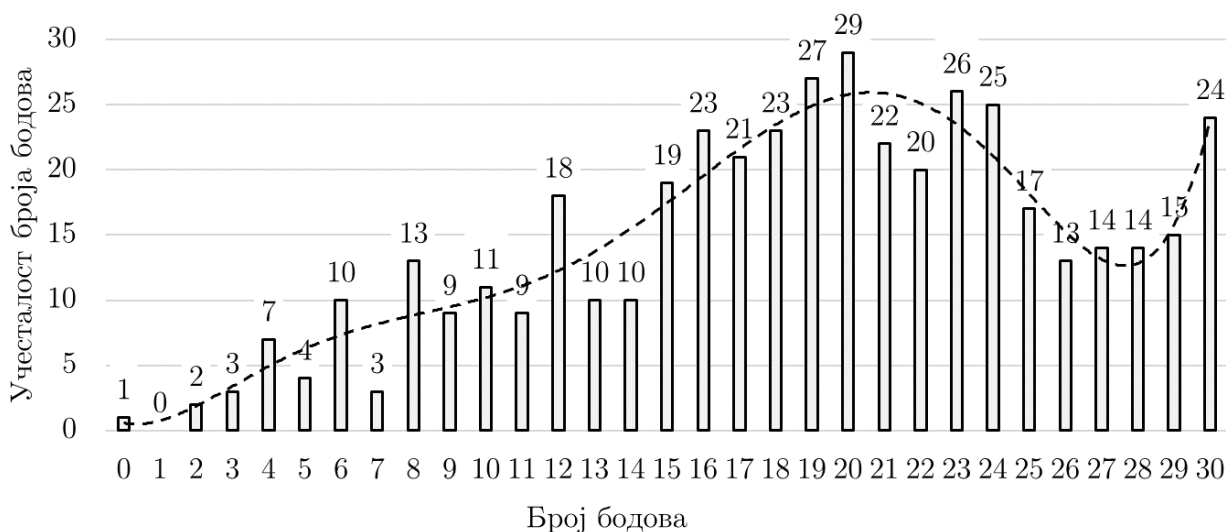
Слика 24 - Раздеоба учесталости броја бодова на крају 2019. године

Слика 24 даје приказ раздебе учесталости бројева бодова студената на крају 2019. године, остварених радом електронског теста, у опсегу од 0 до 30.



Слика 25 - Раздеоба учесталости броја бодова на крају 2020. године

Слика 25 даје приказ раздеобе учесталости бројева бодова студената на крају 2020. године, остварених радом електронског теста, у опсегу од 0 до 30.



Слика 26 - Раздеоба учесталости броја бодова на крају свих година

Слика 26 даје приказ раздеобе учесталости бројева бодова студената, укупно за све четири године, колико обухвата истраживање.

Исходи обрада података приказани у овом одељку поглавља о поступку рашчлањавања прикупљених података сами по себи могу дати одговоре на нека од истраживачких питања. Да би било могуће одговорити на сва истраживачка питања, потребно је доћи до додатних сазнања, која ће произићи из поступка својственог рашчлањавања.

7.3.2 Својствено рашчлањавање

На основу свих сазнања до којих је дошло вредносним рашчлањавањем и бројчаном обрадом сакупљених података, могуће је донети додатне закључке и доћи до нових сазнања у циљу разумевања података и откривања одговора на истраживачка питања. У том циљу се спроводи својствено рашчлањавање.

Како су претходно обављеним вредносним рашчлањавањем података дати одговори на питања наведена у претходном одељку, у овом делу је дат преглед закључака и сазнања која су утврђена упоређивањем тих одговора.

Из истих одговора на наведена питања, могуће је донети одређене претпоставке које ће помоћи у тумачењу осталих сазнања, али и самих података из којих су та сазнања произишла, обрадом.

Пошто су бројеви полагања према начину (261 у облику теста – 49% и 271 решавањем радног задатка – 51%) истог реда величине ($50\% \pm 1\%$), те да се може сматрати и да су бројеви студената који су полагали на та два начина (235 у облику теста – 53% и 207 решавањем радног задатка – 47%) истог реда величине ($50\% \pm 3\%$), у оквиру својственог рашчлањавања, сва сазнања, као и улазни подаци, за оба начина полагања свих студената, могу се непосредно поредити и из тих поређења донети нови закључци.

Према томе, без потребе за свођењем раније донетих сазнања о исходима оцењивања радова спровођених на ова два начина, можемо да приметимо да су просечни бројеви бодова након оба термина за рад за све четири године студија које обухвата ово истраживање (просек је 19,04 бодова), које могу да буду у опсегу од 0 до највеће оствариве вредности 30 (у 2017. је за 0,9 бодова изнад просека, у 2018. је за 0,39 бодова испод просека, у 2019. је за 0,32 бодова испод просека и у 2020. је за 0,19 бодова испод просека), истог реда величине, јер је утврђено да је одступање од просечне вредности у опсегу од -0,39 до +0,9 бодова, тј. од -1,3% до 3% од највеће оствариве вредности.

Из овога може да се донесе закључак да је учинак студената исти без обзира на различити начин полагања, ако се узме у обзир цела школска година у којој су студенти имали прилику да раде електронски тест или да решавају задатак два пута у два термина сваке школске године.

Како би тражење одговора на истраживачко питање било усклађено са претпоставком (3) из поставке овог истраживања, поступак утврђивања да ли је учинак након радова тестова или радних задатака истоветан је поновљен, уз уважавање наведене претпоставке.

Према томе, можемо да приметимо да су просечни бројеви бодова након првог термина за рад за све четири године студија које обухвата ово истраживање (просек је 17,47 бодова, а број бодова у 2017. је за 0,36 бодова испод просека, у 2018. је за 1,79 бодова испод просека, у 2019. је за 0,44 бодова изнад просека и у 2020. је за 1,72 бодова испод просека), приближно истог реда величине, јер је утврђено да је одступање од просечне вредности у

опсегу од -1,79 до +1,72 бода, тј. од -5,9% до 5,7% од највеће оствариве вредности. Током година када је начин полагања спровођен решавањем радног задатка, просечни број бодова након првог полагања је био 16,40 бодова, док је током година када је начин полагања вршен електронским тестом, просечни број бодова након првог полагања био 18,55 бодова.

Приметно је да су исходи оцењивања у прве две посматране године, када је начин полагања спровођен решавањем радног задатка, испод просека, док су исходи оцењивања у наредне две посматране године, када је начин полагања вршен електронским тестом, изнад просека. Иако је разлика просека бројева остварених бодова након првог термина за два различита начина полагања 2,15 бодова, може се донети закључак да студенти у случају примене оба начина полагања постижи приближно исти успех, што посебно може да потврди увид у закључак донет када се узму у обзир и један и други термин у школској години током којих студенти имају прилику да полагају испит.

Ова два запажања помажу да се донесу два закључка, од којих се једним може одговорити на једно од истраживачких питања, а из другог долази до новог сазнања да студенти постижу бољи успех када испит полагају у виду електронског теста у првом термину, али се до краја школске године учинак на ова начина полагања изједначи.

Одговор 7 – Одговор на истраживачко питање (Г)

На основу ових сазнања, могуће је дати одговор на истраживачко питање (Г), које је потврдно и којим се потврђује хипотеза (III) овог истраживања.

Ако погледамо и упоредимо криве раздеоба учесталости бројева бодова на крају сваке од четири школске године, можемо да приметимо да међу њима постоји значајна сличност са кривом раздеобе учесталости бројева бодова на крају свих година. Очигледна је тежња ка нормалној раздеоби бројева бодова са тежњом у смеру позитивних оцена у све четири године, са акцентом на постојање једног броја студената који се одликују изузетно добрим успехом, који чини да крива просечне раздеобе броја бодова тежи узлазно при граничном броју бодова (30), у последњих 10% (27-30 бодова) опсега бодова.

Ово запажање нам потврђује да су и електронски тестови и задате поставке радних задатака уједначене у погледу сложености и код студената. Ово је тачно и без обзира на претходне претпоставке из поставке истраживања, али је додатно потврђено ако узмемо у обзир претпоставку (I) и сматрамо да све групе студената јесу истоветне у погледу предзнања из области које су предмет провере стечених радних знања након наставе.

Одговор 8 – Потврда одговора на истраживачко питање (Г)

На основу овог закључка може се додатно потврдити хипотеза (III) потврђивањем претходно датог одговора на истраживачко питање (Г).

8 Расправа о исходима истраживања

У овом поглављу је наведено разматрање претходно приказаних исхода вредносних и својствених рашчлањавања прикупљених података на којима се заснива истраживање. Кроз расправу о исходима истраживања су направљене везе са разматрањима приказаним у оквиру студија случаја два описана сопствена решења за оцењивање степена усвојених знања и стечених радних вештина студената.

Запажања и стечена сазнања која произилазе из раније обављених и представљених исхода наведених обрада су поновљена и истакнута у облику потребном да на основу њих може да се одговори на првобитно постављена истраживачка питања, као и да се накнадно могу донети укупни закључци истраживачког рада.

Поглавље се дели на расправу о самим исходима обраде података, али и на расправу о ограничењима која су у одређеној мери могла да утичу на спровођење овог истраживања, као и о начинима на које су та ограничења превазиђена.

Посебна пажња је посвећена објективном разматрању исхода обраде података, али је у разматрањима приказано и неколико личних запажања аутора о самим исходима оцењивања, као и његово мишљење о значењу појединих приказаних исхода обраде података.

Обрадом података, настала су сазнања која су помогла да се дају одговори на основна питања у поставци тезе овог истраживања, али и на друга питања која су настала у току обраде прикупљених података, а која су важна за укупан ток истраживачког поступка.

Разматрањем слика приказаних у одељку вредносног рашчлањавања претходног поглавља, могуће је донети одређене закључке о самим подацима и о значењу добијених сазнања. У наставку су приказана њихова разматрања.

Посматрајући слике 10 и 11, ако се узме у обзир да је број студената који су полагали на наведене начине сразмеран, као и да је укупан број полагања сразмеран, даљи исходи рашчлањавања могу да се разматрају без примене посебног множиоца, те додатна обрада истих није била потребна.

Сазнања добијена одговорима на два питања на основу исхода обраде приказаних на слици 12, иако корисна, треба их посматрати уз узимање у обзир и сам начин полагања. Зато је било потребно да се обави додатно пребројавање и да се утврди да ли су студенти који су полагали на један од два посматрана начина полагали само једном или два пута.

Постоји могућност да су велики успех студената у првом термину и начин полагања путем теста, код преосталих студената створили осећај да могу без значајније припреме да положе у другом термину, док је у случају група које су полагале решавањем радног задатка, управо тај начин полагања, заједно са мањим укупним успехом студената после првог термина довео до осећаја потребе за темељнијом припремом за полагање у другом термину.

Други могући разлог је да су студенти са већим степеном усвојеног знања и стечених радних вештина 2017. и 2018. године проценили да постоји потреба за већом припремом за начин полагања и да су у првом термину изашли да покушају да примене своје стечене радне вештине. Са друге стране, студентима је сама примена стечених радних вештина 2019. и 2020. године била у мањој мери потребне приликом решавања тестова, што може да објасни већу пролазност већ у првом термину. Последично, бољи студенти су у првом термину положили, те је у другом термину већина студената који су изашли да раде тест била лошије припремљена, што може да објасни лошији успех.

Без додатног прегледања самих исхода оцењивања тестова, није могуће донети неспоран закључак о томе шта је разлог за овакав исход. Зато, за сада остаје само могућност истраживања вероватноћа наведених претпоставки.

Таква сазнања могу да помогну да се дође до нових закључака и нових сазнања о томе како је један начин полагања у односу на други утицао на одлуке и потребе студената да понове рад.

Управо та сазнања, приказана на слици 13, омогућавају да се донесе закључак да су студенти који су полагали тест ређе одлучивали да полажу други пут, док су се студенти који су, као начин полагања, решавали радни задатак, чешће одлучивали да раде други пут. Чак 31% студената који су решавали радни задатак, полагали су два пута, док се само 11% студената који су полагали тест одлучило да полаже други пут.

Вредности приказане на слици 14 не проширују непосредно сазнања која су већ стечена са слике 13, јер на ранијој слици се не види у којим терминима су студенти полагали, већ само колико пута су полагали.

Ипак, ова слика пружа увид у то колико пута су студенти полагали током година, по терминима, где јасно може да се утврди да је сваке године већина полагања спроведена у првом термину те године.

Међутим, види се да је у годинама када је полагање било у виду решавања радног задатка (2017. и 2018.) било знатно више полагања и у другом термину, у односу на године од када је почела примена електронског теста као начина полагања (2019. и 2020.).

Податак о томе колико полагања је било, сам по себи не објашњава због чега су студенти полагали и у другом термину, док се не узме у обзир да ли су студенти већ након првог термина имали услов да положи тај посебан део.

У свим случајевима приказаним на слици 15, види се да је више студената положио након рада у првом термину. Приметно је да је 2017. и 2018. године, када је полагање било у виду решавања радног задатка, мањи удео студената положио након првог термина и да је већи део положио тек после другог термина, док је 2019. и 2020. године, када је као начин полагања примењиван електронски тест, највише студената положило у првом термину.

Иако сва до сада утврђена сазнања не омогућавају да се донесе коначан закључак, приметан је образац који указује на то да је студентима врло вероватно лакше да положи када раде електронски тест са понуђеним одговорима, него да решавају радни задатак.

Слика 15 показује колико студената је положило након појединачних термина. Међутим, та слика не приказује колико студената је у том посебном термину изашло на полагање посебног дела. Тек пошто се узме и тај податак у обзир, могуће је донети нове закључке на основу новодобијених сазнања. Ова сазнања је могуће стећи ако се израчуна колико студената је положило од укупног броја студената који су изашли у појединачним терминима.

Слика 16, која показује удео, заједно са слике 14, даје одговор на раније постављена питања о томе "Који је број студената који су положили из првог полагања?", "Који је удео студената који су положили из првог полагања?", "Који је број студената који су положили из другог полагања?" и "Који је удео студената који су положили из другог полагања?"

Наиме, може да се примети да је 2017. и 2018. године, када је полагање било у виду решавања радног задатка, број студената који су положили у односу на број изашлих, у другом термину био већи него у првом термину.

Са друге стране, 2019. и 2020. године, када је електронски тест примењиван као начина полагања, приметно је обрнуто. Мањи удео студената је положио у другом него у првом термину.

Иако је на основу слике 15 могао да буде донет закључак да је полагање решавањем радног задатка студентима било теже, јер је пролазност у првом термину била мања, према подацима са слике 16 је јасно да су се студенти за други термин боље припремили и да је пролазност у другом термину била већа. Са друге стране, на основу слике 15 се може донети закључак да је тест знатно лакши начин полагања за већину студената који су већ у првом термину за полагање у највећем броју случајева положили посебан део, док је са слике 16 приметно да су у другом термину остали студенти постигли мању пролазност, тј. удео студената који је положио је мањи него у првом термину.

На основу слике 17 може да се примети да је 2017. и 2018. године, приликом полагања решавањем радног задатка, просечан број бодова, тј. оцена рада, након првог термина била нижа од просечног броја бодова након другог термина.

Са исте слике види се да је 2019. и 2020. године, када је полагано путем електронског теста, просечан број бодова био виши након првог термина у односу на други термин. Мање одступање је приметно код студената који су предмет пратили и тест полагали 2019. године.

На основу сазнања приказаних на слици 18, могуће је утврдити да је 2017. и 2018. године, када су студенти решавали радни задатак, просечна оцена студента који су полагали два пута била већа у односу на просечну оцену студената који су полагали само једном.

Из истих података, у случају студената који су предмет пратили и полагали 2019. и 2020. године, могуће је приметити како је просечан број бодова, тј. оцена рада, студента који су два пута полагали нижа у односу на просечан број бодова оних студената који су тада полагали само једном.

Подаци приказани на слици 19 омогућавају да се стекне утисак о томе како је промена начина полагања између периода од 2017. до 2018. године и од 2019. до 2020. године утицала на могућност студената да искористе други термин за полагање који им је стављен на располагање и да постигну бољи успех.

Приметно је да су студенти који су 2018. године пратили и полагали предмет и који су решавањем радног задатка полагали посебан део испита боље искористили други термин и шансу да поправе свој успех.

Са друге стране, студенти који су предмет пратили и полагали 2020. године су, након другог термина, у просеку постигли лошији успех.

Посматрајући слику 20, посебно је приметно да су студенти 2020. године у мањој мери успели да искористе други термин да поправе свој успех, те да је чак 30% њих након рада у другом термину постигло лошији успех.

Оно што се види са слике 21, без обзира на разлике у просечном броју бодова студената, као и начину, броју и времену њиховог полагања, укупна пролазност на предмету, на крају школске године, је била око три четвртине, тј. у просеку 75%.

Слике 22, 23, 24, 25 и 26 заједно омогућавају да се стекне општи утисак о успеху свих студената који су полагали посебне делове испита, по годинама, али и да се сагледа укупан успех на предмету, током година.

Посебно је важно што је могуће упоредити раздео учесталости бројева бодова на крајевима година када су студенти полагали решавањем радног задатка са раздеома учесталости бројева бодова на крајевима година када су студенти полагали радом електронског теста са понуђеним одговорима.

Прегледом овако приказаних сазнања на основу обрађених података, могуће је закључити да је укупан успех студената који су радили радне задатке 2017. и 2018. године био у просеку бољи, са већом учесталошћу већих бројева бодова у односу на успех студената који су полагали електронске тестове 2019. и 2020. године.

9 Закључак

У складу са циљем да се научно истраже разлике у утврђивању степена стечених радних вештина студената, коришћењем аутоматизованих поступака оцењивања њихових радова применом електронских тестова са питањима затворене врсте и применом решавања радних задатака, истражени су извори литературе који се баве овим проблемом. У литератури је пронађено више сведочанстава и исхода истраживања која се баве истом и сличном облашћу. Међутим, утврђена је потреба за спровођењем сопствене провере изнетих навода, што је учињено развојним истраживањем.

За ово истраживање, коришћена су два сопствена програмска решења, развијена тако да користе два начина оцењивања знања и вештина студената. У раду су дати прикази поступака развоја, употребе и исхода употребе ових решења за оцењивање. Прикупљени подаци су припремљени и обрађени. Након спроведене бројчане обраде података и вредносног и својственог рашчлањавања добијених сазнања, донети су закључци и дати одговори на истраживачка питања која су у раду постављена са циљем да се потврде постављене хипотезе.

Ово истраживање је важно зато што је показало да је, уз одговарајућу припрему испитних средстава, могуће користити програмско решење, које је првобитно осмишљено са циљем оцењивања степена усвојених знања, за спровођење оцењивања степена стечених радних вештина.

Уз то, у раду су приказани исходи примене ова два начина оцењивања, спроведена кроз два сопствена решења, за дужи временски период, од укупно четири године, на узорку од 442 студената са два факултета и четири смера.

У раду је доказано да је могуће обезбедити проверу и оцењивање степена стечених радних вештина студената аутоматизованим поступком, да је могуће електронским тестом утврдити степен стечених радних вештина студената, да је употреба електронског теста подједнако тачна приликом утврђивања степена стечених радних вештина студената као и решавање радних задатака, али и да решења за аутоматизовано оцењивање решавање радних задатака обезбеђују већу тачност исхода оцењивања и да обезбеђују непристрасност, као и да је могуће развити сопствена софтверско решења за аутоматизовану оцену степена стечених радних вештина студената, што је показано на примеру два сопствена решења.

С обзиром на то да рад приказује истраживање примене два сопствена програмска решења за аутоматизовано оцењивање степена усвојених знања и стечених радних вештина у образовању у области рачунарства, аутор сматра да је прикладно да закључак нарочито заврши цитатом Ејде Кинг Лавлејс о њеном виђењу учења, посебно у области програмирања у којој је дала велики допринос: "Што више учим, осећам да је мој гениј незаситнији".

9.1 Сажетак доприноса

Представљено истраживање има, како стручни, тако и научни допринос. Истраживање даје наведене доприносе потврђивањем постављених хипотеза. Хипотезе овог истраживања су потврђене давањем одговора на постављена истраживачка питања. Одговори на истраживачка питања су донети обрадом података, спроведеним студијама случаја и вредносним и својственим рашчлањавањима свих појединачних закључака донетих у току истраживања.

Истраживање не обухвата проверу и оцењивање степена усвојеног знања, већ искључиво степен стечених радних вештина студената. Вредност оваквог истраживања је у томе што тежи да утврди најбоље начине за спровођење поступка провере и оцењивања стечених радних вештина у области рачунарства и да представи и упореди исходе употребе два различита сопствена решења.

Области рачунарства и информационих технологија су у савременом друштву значајни покретачи промена и једни су од водећих економских области индустрије. Поуздано и тачно оцењивање је важан елемент целокупног поступка образовања и подстичу повећање квалитета целокупног система образовања у овој области, те се намеће као оправдано питање за овакво истраживање и недвосмислено указује на значај теме.

Допринос истраживања се огледа првенствено у темељном прегледу доступне литературе, рашчлањивањем доступних података, прегледом студије случаја два различита приступа решавању представљеног проблема и покушајем да се дође до закључка и предлога поузданих начина за спровођење поступка провере степена стечених радних вештина, посебно са освртом на области рачунарства и информационих технологија, чија релевантност у индустрији чини ово истраживање значајним.

У складу са циљем, наведеним у уводу, допринос овог рада се огледа у:

- Прегледу постојећих начина спровођења поступка провере и оцењивања стечених радних вештина студената на предметима у области рачунарства;
- Утврђивању могућности употребе електронског теста у сврху провере и оцењивања стечених радних вештина у области рачунарства;
- Приказу два сопствена решења за аутоматизовану оцену степена стечених радних вештина студената у области рачунарства;
- Налажењу начина за смањење утицаја испитивача на исход оцењивања студентских радова и обезбеђивање непристрасности у поступку оцењивања.

Циљ у служби науке може да се опише као потреба за анализом постојећих начина за спровођења поступка оцењивања стечених радних вештина студената у области рачунарства.

Циљ у служби струке је приказ два сопствена решења за аутоматизовано оцењивање студената који могу да се користе за оцену степена стечених радних вештина студената у области рачунарства, а који функционишу на два различита начина, где је један прилагођен провери степена усвојеног знања, а други посебно развијен за потребе прегледања и оцењивања решења практичних радова студената, посебно у области рачунарства и информационих технологија.

Циљ у служби друштва се огледа у смислу помоћи образовним установама, али и наставницима и испитивачима да на предметима у области рачунарства и информационих технологија, на којима је претежно заступљено стицање радних вештина, обезбеде тачно, брзо и непристрасно оцењивање.

9.2 Ограничења истраживања

Приликом утврђивања ограничења истраживања, критички се разматра поузданост поступака обраде података, исход обраде, донети закључци, као и поступак прикупљања улазних података и одабир прегледане литературе.

Почев од литературе која је обрађена у оквиру овог истраживања, 51% извора су из периода од 2010. до 2021. године, 35% из периода од 2000. до 2010. године, 10% из периода од 1990. до 2000. године и преосталих 5% су објављени пре 1990. године. Међутим, свега 31% литературе је објављено 2020. године, те се може сматрати да су извори литературе врло ажурни. У погледу расподеле литературе према типу, 32% извора су радови у научним часописима, 24% су електронски извори, 13% је стручна литература и књиге, 12% су радови објављени у зборницима научних конференција, 12% су извештаји, дисертације и званичне документације, 5% су веб сајтови и чланци објављени у облику веб страница, док се међу преосталих 2% извора налазе видео снимци, предавања, курсеви и други материјали.

Када је реч о обиму узорка, над којим је спроведена бројчана обрада, он је састављен од 532 рада које је радило укупно 442 студената током 4 године, који представљају период који обухвата ово истраживање. Студенти чији радови су били предмет овог истраживања су са четири информатичка и електротехничка смера, на факултетима Универзитета Сингидунум, на којима се изучава исти предмет из области рачунарства. У питању су смерови: Електротехника и рачунарство, Информатика и рачунарство, Информационе технологије и Софтверско и информационо инжењерство.

Сви студенти су слушали предмет Оперативни системи, на којима је аутор овог истраживања био ангажован као предметни асистент, а самим тим задужен за спровођене оцењивања степена стечених радних вештина. С обзиром на то да је у питању обавезан предмет на свим наведеним смеровима, предмет су похађали сви студенти из генерације која је током 4 године (2017, 2018, 2019. и 2020) пратила предмет. Узорак је припремљен да буде у складу са претпоставком (2).

Током истраживања, у складу са претпоставком (1), нису узимане у обзир демографске и друге разлике међу студентима, а улазни подаци су обезличени у циљу заштите података о личности студената. Због овога, истраживање није у могућности да понуди сазнања о постигнутим успесима студената разврстаним према демографским и другим својствима.

С обзиром на то да су подаци узорковани непробабилистичким начином, који се заснива на сопственим мерилима постављеним од стране аутора, уместо пробабилистичког, који би се заснивао на мерилима математичке вероватноће. Међутим, управо чињеница да истраживање обухвата све студенте који припадају смеровима у техничко-технолошком и природно-математичком пољу и који су у наведеним школским годинама пратили исти предмет, који спада у област рачунарства, може се сматрати да је узорак једноличан у том погледу, те да су ауторова постављена мерила у овом смислу оправдана.

Једно од ограничења овог истраживања је то што се оно односи на кратак временски период, те оно не омогућава да се створи увид у промене које би биле приметне да је узет у обзир шири временски оквир.

У том смислу, за сваку појединачну школску годину, истраживање се може сматрати једнократним, а за период од по две школске године по начину спровођења процене степена стечених радних вештина, не могу се узети у обзир евентуалне уочене промена ради доношења закључка о постојању евентуалних узрочно-последичних односа.

Оно што ово истраживање омогућава јесте непосредно поређење тих једнократних мерења и закључака ради потврђивања хипотеза постављених у уводу овог рада.

У истраживању су коришћена решења за утврђивање степена стечених радних вештина студената која нису отвореног кода и која се користе само на Универзитету Сингидунум, те је понављање истраживања изван Универзитета Сингидунум неизводљиво у овом тренутку. Међутим, прецизан опис развоја програмских решења отвара могућност да се слична решења развију и ставе у употребу на другим институцијама и да се слично истраживање понови.

Упркос приказаним ограничењима, исходи овог истраживања су јасно представљени и потврђени датим одговорима на истраживачка питања којима су потврђене постављене хипотезе у складу са полазним претпоставкама.

9.3 Даља истраживања

Уколико се узму у обзир приказана ограничења истраживања, намећу се предлози за даљи истраживачки рад уз побољшан и проширен оквир и обухват научно-истраживачким поступцима. Само истраживање се може поновити на узорку добијеном за друге предмете у истом или другом временском периоду.

Такође, истраживање се може поновити уз промене у виду поделе исте групе студената у две групе, где би једна група користила решење за аутоматско прегледање електронских тестова, а друга решење за аутоматизовано прегледање решења радних задатака.

Према томе, смернице за даља истраживања обухватају проширење извора улазних података, укључење демографских особина студената током обраде података и доношења закључака и стварања нових сазнања, истраживање нових програмских решења која могу да се користе за утврђивање степена стечених радних вештина студената на стручним предметима из области рачунарства, али и из других области, посебно имајући у виду вероватноћу развоја таквих нових решења, покренуту из потребе настале услед нових околности у области образовања током пандемије нове болести *Covid-19*, изазване вирусом Корона.

Описани поступак истраживања утицаја коришћења различитих начина утврђивања и оцењивања степена стечених радних вештина студената може да буде проширен на више високо-школских установа које спроводе наставу на предметима сродног садржаја и обима градива, у земљи и у иностранству.

Одговори на истраживачка питања

– Одговор на истраживачко питање (Б)	37
– Одговор на истраживачко питање (Д)	37
– Одговор на истраживачко питање (А)	47
– Одговор на истраживачко питање (В)	74
– Потврда одговора на истраживачко питање (В)	74
– Потврда одговора на истраживачко питање (А)	90
– Одговор на истраживачко питање (Г)	105
– Потврда одговора на истраживачко питање (Г)	105

Библиографске референце

- [1] Ј. Баћевић и С. Петровска, „Анализа јавних политика у Србији: образовање,“ *Зборник радова: Јавне политике Србије*, pp. 85-106, 2011.
- [2] И. Јарић и М. Вукасовић, „Болоњска реформа високог школства у Србији: Мапирање фактора ниске ефикасности студирања,“ *Филозофија и друштво*, pp. 119-151, 2009.
- [3] *Болоњска декларација*, Болоња, 1999.
- [4] Службени гласник Републике Србије, *Стратегија развоја образовања у Србији до 2020. године*, Београд: Сл. гласник РС, бр. 107/2012, 2012.
- [5] М. Elbeck и D. Bacon, „Toward Universal Definitions for Direct and Indirect Assessment,“ *Journal of Education for Business*, т. 90, бр. 5, pp. 278-283, 2015.
- [6] Службени гласник Републике Србије, *Закон о високом образовању*, Београд: Сл. гласник РС, бр. 76/05, 100/07, 97/08 и 44/10, 2005.
- [7] G. Sim, P. Holifield и M. Brown, „Implementation of computer assisted assessment: lessons from the literature,“ *ALT-J: Research in Learning Technology*, т. 12, бр. 3, pp. 215-229, 2004.
- [8] Универзитет Сингидунум, „Правилник о правилима и организацији студија на основним академским студијама,“ Универзитет Сингидунум, 25 04 2018. [На мрежи]. Available: <https://repository.singidunum.ac.rs/files/2018/05/pravilnik-o-pravilama-i-organizaciji-studija-na-osnovnim-akademskim-studijama.pdf>.
- [9] J. Carter, K. Ala-Mutka, U. Fuller, M. Dick, J. English, W. Fone and J. Sheard, “How shall we assess this?,” in *Working Group Reports from ITiCSE on Innovation and Technology in Computer Science Education*, Thessaloniki, Greece, 2003.
- [10] A.-M. Kirsti, “A Survey of Automated Assessment Approaches for Programming Assignments,” *Computer Science Education*, vol. 15, pp. 83-102, 2005.
- [11] J. English и T. English, „Experiences of Using Automated Assessment in Computer Science Courses,“ *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, т. 14, pp. 237-254, 2015.
- [12] J. Chen, „An Approach for Assessing Students’ Performance in Software Engineering Capstone Projects,“ у *Recent Researches in Educational Technologies (EDUCATION '11)*, Corfu Island, Greece, 2011.
- [13] A. Pears, S. Seidman, L. Malmi, L. Mannila, E. Adams, J. Bennedsen, M. Devlin и J. Paterson, „A survey of literature on the teaching of introductory programming,“ у *ITiCSE07: 12th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, New York, 2007.
- [14] C. Douce, D. Livingstone и J. Orwell, „Automatic test-based assessment of programming: A review,“ *Journal on Educational Resources in Computing*, т. 5, бр. 3, pp. 4-17, September 2005.
- [15] S. Brown, J. Bull и P. Race, *Computer-Assisted Assessment in Higher Education. Staff and Educational Development Series*, Kogan Page, 1999.
- [16] J. Bull, „Computer-Assisted Assessment: Impact on Higher Education Institutions,“ *Educational Technology & Society*, т. 2, бр. 3, pp. 123-126, July 1999.
- [17] G. Conole и B. Warburton, „A review of computer-assisted assessment,“ *Research in Learning Technology*, т. 13, бр. 1, pp. 17-31, 1 March 2005.
- [18] D. Massoudi, S. Koh, P. J. Hancock и L. Fung, „The Effectiveness of Usage of Online Multiple Choice Questions on Student Performance in Introductory Accounting,“ *Issues in Accounting Education*, т. 32, бр. 4, pp. 1-17, February 2017.
- [19] K. Woodford и P. Bancroft, „Multiple Choice Questions Not Considered Harmful,“ у *Conferences in Research and Practice in Information Technology Series*, Newcastle, Australia, 2005.
- [20] S. P. Coderre, P. Narasym, H. Mandin и G. Fick, „The impact of two multiple-choice question formats on the problem-solving strategies used by novices and experts,“ *BMC Medical Education*, т. 4, бр. 1, 2004.
- [21] J. Parkes и D. Zimmaro, *Learning and Assessing with Multiple-Choice Questions in College Classrooms*, Abingdon-on-Thames: Routledge, 2016.

- [22] M. Bush, „A Multiple Choice Test that Rewards Partial Knowledge,“ *Journal of Further and Higher Education*, т. 25, бр. 2, pp. 157-163, 3 August 2010.
- [23] S. Yaman, „The Optimal Number of Choices in Multiple-Choice Tests: Some Evidence for Science and Technology Education,“ *The New Educational Review*, т. 23, бр. 1, pp. 227-241, 2011.
- [24] K. S. Thayn, „An Evaluation of Multiple Choice Test Questions Deliberately Designed to Include Multiple Correct Answers,“ *All Theses and Dissertations. 2450*, 16 December 2010.
- [25] G. J. Cizek и D. M. O'Day, „Further Investigation of Nonfunctioning Options in Multiple-Choice Test Items,“ *Educational and Psychological Measurement*, т. 54, бр. 4, pp. 861-872, 1 December 1994.
- [26] J. Verner, J. Sampson, V. Tomic, N. Abu Bakar и B. A. Kitchenham, „Guidelines for industrially-based multiple case studies in software engineering,“ у *2009 Third International Conference on Research Challenges in Information Science*, Fez, Morocco, 2009.
- [27] C. Wohlin, M. Höst и K. Henningsson, „Empirical Research Methods in Software Engineering,“ *Lecture Notes in Computer Science*, т. 2765, pp. 7-23, 2003.
- [28] М. И. Миљевић, *Методологија научног рада*, Пале: Филозофски факултет Универзитета у Источном Сарајеву, 2007.
- [29] L. M. Given, Ур., *The Sage encyclopedia of qualitative research methods*, SAGE Publications, Inc., 2008.
- [30] Д. Михаиловић, *Методологија научних истраживања*, Београд: ФОН, 2004.
- [31] Ж. Адамовић, *Теорија система, Зрењанин: Технички факултет "Михајло Пупин"*, 2005, pp. 124-154.
- [32] С. Бранковић, *Увод у методологију - Квалитативни методи истраживања друштвених појава*, Београд: Мегатренд Зниверзитет примењених наука, 2007.
- [33] К. Попер, *Логика научног открића*, Београд: Нолит, 1973.
- [34] A. Turner, „How many smartphones are in the world?,“ BankMyCell, 13 07 2020. [Online]. Available <https://www.bankmycell.com/blog/how-many-phones-are-in-the-world>. [Accessed 11 7 2020].
- [35] B. Engel, „The History of the Internet and the Colleges That Built It,“ 5 November 2013. [На мрежи]. Available: <https://edtechmagazine.com/higher/article/2013/11/history-internet-and-colleges-built-it>. [Последњи приступ 17 12 2020].
- [36] A. Tatnall, „Schools, Students, Computers and Curriculum in Victoria in the 1970s and 1980s,“ *Reflections on the History of Computers in Education - Early Use of Computers and Teaching about Computing in Schools*, т. 424, pp. 246-265, 2014.
- [37] A. Molnar, „Computers in Education: A Brief History,“ 01 06 1997. [На мрежи]. Available: <https://thejournal.com/Articles/1997/06/01/Computers-in-Education-A-Brief-History.aspx>. [Последњи приступ 20 12 2020].
- [38] M. M. Sysło, „The First 25 Years of Computers in Education in Poland: 1965-1990,“ *Reflections on the History of Computers in Education - Early Use of Computers and Teaching about Computing in Schools*, т. 424, pp. 266-290, 2014.
- [39] J. Koivisto, „Computers in Education in Finland,“ *Reflections on the History of Computers in Education - Early Use of Computers and Teaching about Computing in Schools*, т. 424, pp. 239-245, 2014.
- [40] E. Murdock, „History, the History of Computers, and the History of Computers in Education,“ 2007. [На мрежи]. Available: <https://web.csulb.edu/~murdock/histofcs.html>. [Последњи приступ 20 12 2020].
- [41] D. Passey, „Early Uses of Computers in Schools in the United Kingdom: Shaping Factors and Influencing Directions,“ *Reflections on the History of Computers in Education - Early Use of Computers and Teaching about Computing in Schools*, т. 424, pp. 131-149, 2014.
- [42] J. Osorio и J. Nieves, „The Beginnings of Computer Use in Primary and Secondary Education in Spain,“ *Reflections on the History of Computers in Education - Early Use of Computers and Teaching about Computing in Schools*, т. 424, pp. 121-130, 2014.
- [43] D. Leahy и D. Dolan, „The Introduction of Computers in Irish Schools,“ *Reflections on the History of Computers in Education - Early Use of Computers and Teaching about Computing in Schools*, т. 424, pp. 164-173, 2014.

- [44] M. Tedre, S. и L. Malmi, „Changing aims of computing education: a historical survey,“ *Computer Science Education*, т. 28, бр. 2, pp. 158-186, 2018.
- [45] K. R. Parker, P. S. Nitse и B. Davey, „History of Computing Education Trends: The Emergence of Competitive Intelligence,“ *History of Computing and Education 3 (HCE3), IFIP Advances in Information and Communication Technology*, т. 269, pp. 5-7, 2008.
- [46] M. Armoni и J. Gal-Ezer, „Early computing education – why? What? When? How?,“ *ACM Inroads*, т. 5, бр. 4, pp. 54-59, December 2014.
- [47] S. J. Lukasic, „Why the Arpanet Was Built,“ *IEEE Annals of the History of Computing*, т. 33, бр. 3, July-September 2011.
- [48] J. Palme, „Before the Internet: Early Experiences of Computer Mediated Communication,“ у *History of Nordic Computing 3. HiNC 2010. IFIP Advances in Information and Communication Technology*, Berlin, 2010.
- [49] K. Antelman, E. Lynema and A. K. Pace, "Toward a Twenty-First Century Catalog," *Information Technology and Libraries (ITAL)*, vol. 25, no. 3, pp. 128-139, 1 Septembar 2006.
- [50] S. Niesner, „Eine vergleichende Analyse von Enterprise- Suchmaschinen für die Indexierung von Katalogdaten,“ TH Köln, Cologne, 2017.
- [51] K. Zickuhr, L. Rainie и K. Purcell, „Library services in the digital age,“ Pew Internet & American Life Project, Washington, 2013.
- [52] Purdue Online, „Evolution Technology Classroom,“ [На мрежи]. Available: <https://online.purdue.edu/blog/education/evolution-technology-classroom>.
- [53] M. Murphy, „From dial-up to 5G: a complete guide to logging on to the internet,“ 29 October 2019. [На мрежи]. Available: <https://qz.com/1705375/a-complete-guide-to-the-evolution-of-the-internet>. [Последњи приступ 18 12 2020].
- [54] B. Austin, „The Growth Of The Internet: From 1990 to 2019,“ 13 May 2019. [На мрежи]. Available: <https://absolute.digital/magazine/the-growth-of-the-internet-from-1990-to-2019>.
- [55] М. Филиповић, И. Ђорђевић и М. Чукановић-Каравидић, „Утицај глобализације на развој високог образовања,“ *Андрагошке студије*, т. 2, pp. 46-64, новембар 2011.
- [56] Радна група за Смернице глобалног образовања, „Смернице за глобално образовање - Концепти методологије глобалног образовања за едукаторе и креаторе политике,“ Центар Север-Југ Савета Европе, 2008.
- [57] StackOverflow, „Developer Survey Results 2017 : Other Types of Education,“ 2017. [На мрежи]. Available: https://insights.stackoverflow.com/survey/2017#developer-profile-_other-types-of-education. [Последњи приступ 27 11 2020].
- [58] StackOverflow, „Developer Survey Results 2020,“ 2020. [На мрежи]. Available: <https://insights.stackoverflow.com/survey/2020>. [Последњи приступ 27 11 2020].
- [59] StackOverflow, “Stack Overflow Developer Survey 2021,” 2021. [Online]. Available: <https://insights.stackoverflow.com/survey/2021>. [Accessed 10 2021].
- [60] CodinGame, "Codingame 2020 Developer Survey Report : How Do Developers Learn To Code?," 2020. [Online]. Available: <https://www.codingame.com/work/codingame-developer-survey-2020/#page5>. [Accessed 27 11 2020].
- [61] HackerRank, "2020 HackerRank Developer Skills Report," 2020. [Online]. Available: <https://research.hackerrank.com/developer-skills/2020>. [Accessed 20 12 2020].
- [62] A. Adaya, "The Good, The Bad, And The Ugly Side Of Becoming A Self-Taught Developer : And everything else in between," 11 April 2020. [Online]. Available: <https://medium.com/javascript-in-plain-english/the-good-the-bad-and-the-ugly-side-of-becoming-a-self-taught-developer-3be49bf2b80d>. [Accessed 27 11 2020].
- [63] V. Cassone, „Lessons Learned from My Journey as a Self-Taught Developer,“ 28 May 2020. [На мрежи]. Available: <https://www.freecodecamp.org/news/lessons-learned-from-my-journey-as-a-self-taught-developer>. [Последњи приступ 27 11 2020].
- [64] A. Adaya, „Every Self-Taught Developer’s Bad Habits That Needs To Stop Right Now,“ 21 June 2020. [На мрежи]. Available: <https://medium.com/javascript-in-plain-english/every-self-taught-developers-bad-habits-that-needs-to-stop-right-now-5176c241d7e1>. [Последњи приступ 27 11 2020].

- [65] M. Riva, „The Frustration of Being a Self Taught Developer,“ 9 October 2020. [На мрежи]. Available: <https://www.hackdoor.io/articles/the-frustration-of-being-a-self-taught-developer-703be0d2d25f>. [Последњи приступ 27 11 2020].
- [66] Хомер, Одисеја, Београд: Просвета, 1950.
- [67] S. E. Bryant и J. R. Terborg, „Impact of Peer Mentor Training on Creating and Sharing Organizational Knowledge,“ *Journal of Managerial Issues*, т. 20, бр. 1, pp. 11-29, 2008.
- [68] M. Hamilton, *Software Development: Building Reliable Systems*, Prentice Hall Professional, 1999.
- [69] C. Casado-Lumbreras, R. Colomo-Palacios, P. Soto-Acosta и S. Misra, „Culture dimensions in software development industry: the effects of mentoring,“ *Scientific, Research and Essays*, т. 6, бр. 11, pp. 2403-2412, 2011.
- [70] G. Orosz, „Developers mentoring other developers: practices I've seen work well,“ 15 August 2019. [На мрежи]. Available: <https://blog.pragmaticengineer.com/developers-mentoring-other-developers>. [Последњи приступ 28 12 2020].
- [71] D. Monn, „How a Mentor Can Help You Become a Better Programmer,“ 28 June 2019. [На мрежи]. Available: <https://simpleprogrammer.com/programming-mentor>. [Последњи приступ 28 12 2020].
- [72] С. Лазаревић, „Тимско учење у функцији развоја бирократизоване организације као организације која учи,“ *ТЕМЕ*, т. XXXVIII, бр. 2, pp. 837-853, јун 2014.
- [73] С. Љ. Лазаревић, „Улога радних тимова у развоју организације која учи,“ Факултет организационих наука, Београд, 2012.
- [74] A. Nikčević-Milković, „Aktivno učenje na visokoškolskoj razini,“ *Život i škola*, т. 12, br. 2, pp. 47-54, 2004
- [75] K. Smith, „Learning Together and Alone: Cooperation, Competition, and Individualization,“ *NACTA Journal*, т. 23, бр. 3, pp. 23-26, 1979.
- [76] P. Resta и T. Laferrière, „Technology in Support of Collaborative Learning,“ *Educational Psychology Review*, т. 19, pp. 65-83, 2007.
- [77] M. Laal и S. Mohammad Ghodsi, „Benefits of collaborative learning,“ *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, т. 31, pp. 486-490, 2012.
- [78] S. Kadum-Bošnjak, „Suradničko učenje,“ *Metodički ogledi*, т. 19, br. 1, pp. 181-199, 2012.
- [79] К. Воскресенски и Д. Глушац, *Методила наставе информатике, Зрењанин: Технички факултет "Михајло Пупин", 2007.*
- [80] L. Bakić-Tomić и M. Dumančić, *Odabrana poglavlja iz metodike nastave informaike, II ur.*, Zagreb: Učiteljski fakultet, 2012.
- [81] P. Seymour, *The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer*, New York: Basic Books, 1993.
- [82] Q. Yufeng, *Teaching, Learning, and Leading With Computer Simulations - Advances in Educational Technologies and Instructional Design*, Pennsylvania: IGI Global, 2019.
- [83] H. Tripathi, *Educational Technology And ICT in Education*, Lunawada: RED'SHINE Publication, 2019.
- [84] Службени гласник Републике Србије, *Закон о уџбеницима*, Београд: Сл. гласник РС, бр. 27/2018, 2018.
- [85] В. Филиповић, „Настава, наставна средства и методи,“ 9 11 2018. [На мрежи]. Available: <https://pmfblmnr.github.io/MNR/predavanja/prezentacije/mnr01-3-Nastava,%20sredstva%20i%20metodi.pdf>. [Poslednji pristup 13 4 2020].
- [86] L. Vognar и M. Matijević, *Didaktika*, Zagreb: Školska knjiga, 2002.
- [87] Службени гласник Републике Србије, *Правилник о стандардима квалитета уџбеника и упутства о њиховој употреби*, Београд: Сл. гласник РС, бр. 43/2016 и 45/2018., 2018.
- [88] Љ. Ђуровић и К. Божовић, „Електронски уџбеник у основној школи,“ у *Зборник радова 4. интернационалне конференције - Техника и информатика у образовању*, Чачак, 2012.
- [89] В. Илић и С. Филиповић, „Улога Е-уџбеника у савременом образовању,“ Београд, 2017.
- [90] В. Јелић, „Наставна средства у савременој настави,“ Факултет Техничких наука, Чачак, 2014.

- [91] З. Лаловић, *Наша школа - Методе учења / Наставе у школи*, Подгорица: Завод за школство, 2009.
- [92] Б. Ивановић, И. Радуловић и Д. Чакаревић, „Примена Веб 2.0 као мотивационо и наставно средство у изградњу функционалног знања,“ *Универзитетска мисао - часопис за науку, културу и умјетност*, т. 15, pp. 102-112, 2016.
- [93] S. Lawry, V. Popovic, A. Blackler and H. Thompson, “Age, familiarity, and intuitive use: An empirical investigation,” *Applied Ergonomics*, vol. 74, pp. 74-84, 2019.
- [94] Д. Р. Кузмановић, *Емпиријска провера конструкта дигиталне писмености и анализа предиктора постигнућа*, Београд: Филозофски факултет Универзитета у Београду, 2017.
- [95] R. Gollob, P. Krapf, Ó. Ólafsdóttir and W. Weidinger, *Educating for democracy*, Belgium: Council of Europe Publishing, 2010.
- [96] Ж. Наместовски, *Утицај примене савремених наставних средстава на повећање ефикасности наставе у основној школи*, Зрењанин: Технички факултет "Михајло Пупин", Универзитет у Новом Саду, 2008.
- [97] Б. Ивановић, „Изокренута учионица" - педагошки модел који мења концепт традиционалне наставе,“ *Економски сигнали*, т. 13, бр. 1, pp. 57-66, 2018.
- [98] L. C. Briand, „Software documentation: how much is enough?,“ у *Seventh European Conference on Software Maintenance and Reengineering*, Benevento, Italy, 2003.
- [99] G. Uddin и M. P. Robillard, „How API Documentation Fails,“ *IEEE Software*, т. 32, бр. 4, pp. 68-75, July-August 2015.
- [100] Mozilla, „Mozilla web docs,“ [На мрежи]. Available: <https://developer.mozilla.org>. [Последњи приступ 28 11 2020].
- [101] Google, „Android Docs,“ [На мрежи]. Available: <https://developer.android.com>. [Последњи приступ 28 11 2020].
- [102] Google, „Google Developers,“ [На мрежи]. Available: <https://developers.google.com>. [Последњи приступ 28 11 2020].
- [103] Mozilla, „MDN Web Developer Needs Assessment 2020,“ 2020.
- [104] G. Wang, G. Konark, M. Mohanlal, H. Zheng и B. Y. Zhao, „Wisdom in the Social Crowd: an Analysis of Quora,“ у *The 22nd International World Wide Web Conference (WWW 2013)*, Rio de Janeiro, Brazil, 2013.
- [105] A. Anderson, D. Huttenlocher, J. Kleinberg и J. Leskovec, „Discovering Value from Community Activity on Focused Question Answering Sites: A Case Study of Stack Overflow,“ у *KDD '12*, Beijing, China, 2012.
- [106] P.-C. Langlais, „Wikipédia est-elle fiable ?,“ 25 01 2017. [На мрежи]. Available: <https://www.nouvelobs.com/rue89/rue89-hotel-wikipedia/20130308.RUE7305/wikipedia-est-elle-fiable.html>. [Последњи приступ 27 11 2020].
- [107] P. Gourdain, F. O'Kelly, B. Roman-Amat, D. Soulas и T. von Droste zu Hülshoff, *La Révolution Wikipédia*, Paris: Mille et une nuits, 2007.
- [108] J. Giles, „Internet encyclopaedias go head to head,“ *Nautre*, т. 438, бр. 7070, pp. 900-901, 01 12 2005.
- [109] S. Faraj, S. L. Jarvenpaa and A. Majchrzak, “Knowledge Collaboration in Online Communities,” *Organization Science*, vol. 22, no. 5, pp. 1224-1239, 23 02 2011.
- [110] S. Rafaeli, Y. Ariel and A. Barak, “Online Motivational Factors: Incentives for Participation and Contribution in Wikipedia,” *Psychological Aspects of Cyberspace: Theory, Research, Applications*, pp. 243-267, 28 01 2008.
- [111] The Webby Awards, „People's Voice Winner: Stack Overflow,“ The Webby Awards, 19 05 2020. [На мрежи]. Available: <https://winners.webbyawards.com/2020/websites/general-websites/community/128476/stack-overflow>. [Последњи приступ 27 11 2020].
- [112] #expertflow, „Stack Overflow criticism,“ [На мрежи]. Available: <https://expertflow.wordpress.com>. [Последњи приступ 27 11 2020].

- [113] J. Slegers, „The decline of Stack Overflow,“ 14 06 2015. [На мрежи]. Available: hackernoon.com/the-decline-of-stack-overflow-7cb69faa575d. [Последњи приступ 27 11 2020].
- [114] J. Hanlon, „Stack Overflow Isn't Very Welcoming. It's Time for That to Change,“ 26 04 2018. [На мрежи]. Available: <https://stackoverflow.blog/2018/04/26/stack-overflow-isnt-very-welcoming-its-time-for-that-to-change/>. [Последњи приступ 27 11 2020].
- [115] J. Spolsky, „Strange and maddening rules,“ 23 04 2018. [На мрежи]. Available: joelonsoftware.com/2018/04/23/strange-and-maddening-rules. [Последњи приступ 27 11 2020].
- [116] J. Friend, „Stack Overflow's inclusion problem,“ 19 04 2018. [На мрежи]. Available: medium.com/@jfriend/stack-overflows-inclusion-problem-c9b297eb2404. [П. приступ 27 11 2020].
- [117] H. Zhang, S. Wang, T.-H. P. Chen and A. E. Hassan, „Reading Answers on Stack Overflow: Not Enough!,“ *IEEE Transactions on Software Engineering*, 2019.
- [118] S. Aldana, „Introducing Microsoft Q&A (Preview),“ 30 10 2019. [На мрежи]. Available: docs.microsoft.com/en-us/teamblog/introducing-microsoft-qanda. [Последњи приступ 28 11 2020].
- [119] A. Bates, *Broadcasting in Education: an Evaluation: An Evaluation*, London: Constable and Company Ltd, 1984.
- [120] A. Bates, *Teaching in a Digital Age*, BCcampus, 2015.
- [121] M. R. Truog, *The Television Pause Function*, Cambridge, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 1989.
- [122] C. G. Sărăcin and M. Stănculescu, „Online Student Testing Solutions - A Case Study,“ in *12th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering*, 2021.
- [123] S. K. Nagothu, „Smart Student Assessment System for Online Classes Participation,“ in *Applied Information Processing Systems*, Singapore, 2021.
- [124] C. St-Onge, K. Ouellet, S. Lakhal, T. Dubé and M. Marceau, „COVID-19 as the tipping point for integrating e-assessment in higher education practices,“ *British Journal of Educational Technology*, pp. 1-18, 2 10 2021.
- [125] N. Mamgain, A. Sharma и P. Goyal, „Learner's perspective on video-viewing features offered by MOOC providers: Coursera and edX,“ у *2014 IEEE International Conference on MOOC, Innovation and Technology in Education (MITE)*, Patiala, 2014.
- [126] M. A. Gilbert, *edX E-Learning Course Development*, Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2015.
- [127] G. Ubachs и L. Konings, „MOOC Strategies in European Universities - Status report based on a mapping survey conducted in December 2017 - May 2018,“ EADTU, Maastricht, 2018.
- [128] C. Thompson, „How Khan Academy Is Changing the Rules,“ *Wired Magazine*, т. 126, pp. 1-5, August 2011.
- [129] A. Arnavut, H. Bicen и C. Nuri, „Students' approaches to Massive Open Online Courses: The case of Khan Academy,“ *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, т. 10, бр. 1, pp. 82-90, February 2019.
- [130] A. Oujezdský, „Creation of Educational Video Tutorials and Their Use in Education,“ *International Journal of Information and Communication Technologies in Education*, т. 3, бр. 1, pp. 28-39, 2014.
- [131] C. Albarracin, „Comment créer un tutoriel vidéo en 7 étapes ?,“ 2 July 2020. [На мрежи]. Available: <https://www.codeur.com/blog/creer-tutoriel-video>. [Последњи приступ 20 12 2020].
- [132] Е. Укић, „Алати за израду видео лекција“.
- [133] Службени гласник Републике Србије, *Закон о основама система образовања и васпитања*, Београд: "Сл. гласник РС", бр. 88/2017, 27/2018 - др. закон, 10/2019, 27/2018 - др. закон и 6/2020, 2020.
- [134] Службени гласник Републике Србије, *Правилник о оцењивању ученика у основном образовању и васпитању*, Београд: Сл. гласник РС, бр. 34/2019, 59/2020 и 81/2020, 2020.

- [135] Службени гласник Републике Србије, *Правилник о оцењивању ученика у средњем образовању и васпитању*, Београд: Сл. гласник РС, бр. 82/2015 и 59/2020, 2020.
- [136] J. Novak-Milić i M. Barbaroša-Šikić, „Različiti sustavi ocjenjivanja i usporedne ljestvice,“ *Lahor : časopis za hrvatski kao materinski, drugi i strani jezik*, t. 2, br. 6, pp. 198-209, 2008.
- [137] Uradni list Republike Slovenije, *Pravilnik o preverjanju in ocenjevanju znanja ter napredovanju učencev v osnovni šoli*, Ljubljana: Uradni list RS, št. 52/13, 2013.
- [138] Scholaro Pro, „Grading System in Germany,“ [На мрежи]. Available: <https://www.scholaro.com/pro/Countries/Germany/Grading-System>. [Последњи приступ 28 12 2020].
- [139] Scholaro Pro, „Grading System in China,“ [На мрежи]. Available: <https://www.scholaro.com/pro/Countries/China/Grading-System>. [Последњи приступ 28 12 2020].
- [140] Scholaro Pro, „Grading System in the United States,“ [На мрежи]. Available: <https://scholaro.com/pro/Countries/United-States/Grading-System>. [Последњи приступ 28 12 2020].
- [141] S. Menhart, „Direct Versus Indirect Assessment Methodologies,“ у *Proceedings of the 2011 Midwest Section Conference of the American Society for Engineering Education*, Russellville, 2011.
- [142] A. A. Rabaa'i и A. R. Rababaah, „The Use of Course Benchmarking Technique (CBT) to Assess Students' Outcomes for ABET Accreditation,“ у *International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering*, Las Vegas, 2016.
- [143] Т. Глишић, Ј. Илић и Д. Јадријевић Младар, „Оцењивање засновано на компетенцијама у стручном образовању,“ Завод за унапређивање образовања и васпитања, Београд, 2013.
- [144] N. E. A. M. Almi, N. A. Rahman, D. Purusothaman и S. Sulaiman, „Software engineering education: The gap between industry's requirements and graduates' readiness,“ у *2011 IEEE Symposium on Computers & Informatics*, Kuala Lumpur, 2011.
- [145] A. D. Radermacher, G. S. Walia и D. Knudson, „Investigating the skill gap between graduating students and industry expectations,“ у *ICSE Companion 2014: Companion Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering*, Hyderabad, India, 2014.
- [146] L. Spear-Swerling, „Nonstandard Assessment,“ *Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders.*, 2013.
- [147] В. Томашевић, Развој апликативног софтвера, Београд: Универзитат Сингидунум, 2017.
- [148] М. Живковић, Тестирање софтвера, Београд: Универзитет Сингидунум, 2018.
- [149] I. Gomes, P. Morgado, T. Gomes и R. Moreira, „An overview on the Static Code Analysis approach in Software Development,“ *Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*, 2009.
- [150] S. Veri Yulianto и I. Liem, „Automatic grader for programming assignment using source code analyzer,“ у *International Conference on Data and Software Engineering (ICODSE)*, 2014.
- [151] K. Danutama и I. Liem, „Scalable Autograder and LMS Integration,“ у *The 4th International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI 2013)*, Selangor, 2013.
- [152] D. M. Rao, „Experiences With Auto-Grading in a Systems Course,“ у *2019 IEEE Frontiers in Education Conference*, 2019.
- [153] T. D. Winters, „Analysis, Design, Development, and Deployment of a Generalized Framework for Computer-Aided Assessment,“ University of California, Riverside, 2004.
- [154] E. Demeersseman, B. Wylin и J. Panen, „TOETS: development of a computer assisted assessment system,“ у *Proceedings for 5th CAA Conference 2001*, Loughborough, 2001.
- [155] J. Dalziel, „Enhancing web-based learning with computer assisted assessment: Pedagogical and technical considerations,“ у *Proceedings of International Computer Assisted Assessment Conference*, Loughborough, 2001.
- [156] М. Веиновић и А. Јевремовић, Увод у рачунарске мреже, Београд: Универзитет Сингидунум, 2008.
- [157] R. T. Fielding и J. F. Reschke, *RFC-7230 Hypertext Transfer Protocol (HTTP/1.1): Message Syntax and Routing*, Internet Engineering Task Force, 2014.

- [158] R. T. Fielding и J. F. Reschke, *RFC-7231 - Hypertext Transfer Protocol (HTTP/1.1): Semantics and Content*, Internet Engineering Task Force, 2014.
- [159] Mozilla and individual contributors, „What is a web server?“, Mozilla, 04 2020. [На мрежи]. Available: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Common_questions/What_is_a_web_server. [Последњи приступ 11 06 2020].
- [160] W3Techs, „Usage statistics of web servers,“ Q-Success, 05 2020. [Online]. Available: https://w3techs.com/technologies/overview/web_server. [Accessed 11 06 2020].
- [161] Netcraft Ltd, „May 2020 Web Server Survey,“ 26 05 2020. [На мрежи]. Available: <https://news.netcraft.com/archives/2020/05/26/may-2020-web-server-survey.html>. [Последњи приступ 11 06 2020].
- [162] GlobalStats, „Browser Market Share Worldwide,“ 06 2020. [На мрежи]. Available: <https://gs.statcounter.com/>. [Последњи приступ 11 06 2020].
- [163] W3Schools, „The Most Popular Browsers,“ 2020. [На мрежи]. Available: <https://w3schools.com/browsers/>. [Последњи приступ 11 06 2020].
- [164] G. Najera-Gutierrez и J. A. Ansari, *Kali Linux - Testiranje neprobojnosti veba*, Prvo ur., Beograd: Kompjuter Biblioteka, 2018.
- [165] WhatIsMybrowser.com, „List of User Agents,“ 06 2020. [На мрежи]. Available: <https://developers.whatismybrowser.com/useragents/explore/>. [Последњи приступ 11 06 2020].
- [166] WhatIsMyBrowser.com, „Explore User Agents by Software Name,“ 06 2020. [На мрежи]. Available: https://developers.whatismybrowser.com/useragents/explore/software_name/. [Последњи приступ 11 06 2020].
- [167] Mozilla and individual contributors, „Rendering engine,“ Mozilla, 13 02 2020. [На мрежи]. Available: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/Rendering_engine. [Последњи приступ 12 06 2020].
- [168] The World Wide Web Consortium, "HTML 5.2," Web Platform Working Group, 14 12 2019. [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/html52/single-page.html>. [Accessed 12 06 2020].
- [169] W.-M. Thor, „5 top programming languages to learn server-side web development,“ 11 01 2018. [На мрежи]. Available: <https://twm.me/best-programming-languages-and-frameworks-for-server-side-web-development/>. [Последњи приступ 12 06 2020].
- [170] Q-Success, „Usage statistics of server-side programming languages for websites,“ 02 2020. [На мрежи]. Available: https://w3techs.com/technologies/overview/programming_language. [Последњи приступ 12 06 2020].
- [171] Н. Којић, Веб дизајн, треће ур., Београд: Универзитет Сингидунум, 2020.
- [172] D. Pain и J. Le Heron, „WebCT and Online Assessment: The best thing since SOAP?,“ *Educational Technology & Society*, т. 6, бр. 2, pp. 62-71, 1 April 2003.
- [173] A. Pardo, „A multi-agent platform for automatic assignment management,“ у *Proceedings of the 7th annual conference on Innovation and technology in computer science education*, New York, 2002.
- [174] L. Malmi, A. Korhonen и R. Saikkonen, „Experiences in automatic assessment on mass courses and issues for designing virtual courses,“ у *Proceedings of the 7th annual conference on Innovation and technology in computer science education*, New York, 2020.
- [175] C. Higgins, P. Symeonidis и A. T., „The marking system for coursemaster,“ у *Proceedings of the 7th annual conference on Innovation and technology in computer science education*, New York, 2002.
- [176] P. Butcher, „Online assessment at the Open University using open source software: Moodle, OpenMark and more,“ у *12th CAA International Computer Assisted Assessment Conference : Proceedings of the Conference on 8th and 9th July 2008 at Loughborough University.*, Loughborough, 2008.
- [177] J. Myrick, *Moodle 1.9 Testing and Assessment*, Packt Publishing Ltd., 2010.
- [178] J. Coy, *Instant Moodle Quiz Module How-to*, Packt Publishing Ltd., 2013.

- [179] M. Agarwal, R. Kalia, V. Bahel and A. Thomas, "AutoEval: A NLP Approach for Automatic Test Evaluation System," in *4th International Conference on Computing, Power and Communication Technologies GUCON*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2021.
- [180] MoodleDocs Contributors, „Installing Moodle - MoodleDocs,“ 28 October 2019. [На мрежи]. Available: docs.moodle.org/310/en/Installing_Moodle#Requirements. [П. приступ 13 03 2020].
- [181] N. Linus Morten, „Freedom and forking in open source software: the MariaDB story,“ у *Proceedings of the 22nd Nordic Academy of Management Conference*, Reykjavik, Iceland, 2013.
- [182] S. Tongkaw и A. Tongkaw, „A comparison of database performance of MariaDB and MySQL with OLTP workload,“ у *2016 IEEE Conference on Open Systems (ICOS)*, Langkawi, 2016.
- [183] D. Bartholomew, „MariaDB vs. MySQL,“ SkySQL Ab, Finland, 2012.
- [184] MoodleDocs Contributors, „PostgreSQL - MoodleDocs,“ 18 August 2017. [На мрежи]. Available: <https://docs.moodle.org/310/en/PostgreSQL>. [Последњи приступ 13 03 2020].
- [185] MoodleDocs Contributors, „MSSQL - MoodleDocs,“ 24 February 2013. [На мрежи]. Available: <https://docs.moodle.org/310/en/MSSQL>. [Последњи приступ 13 03 2020].
- [186] MoodleDocs Contributors, „Oracle - MoodleDocs,“ 6 April 2017. [На мрежи]. Available: <https://docs.moodle.org/310/en/Oracle>. [Последњи приступ 13 03 2020].
- [187] Lambda Solutions, „Moodle Market Share Statistics. Show It's the Market Leader,“ 24 January 2013. [На мрежи]. Available: <https://www.lambdasolutions.net/blog/moodle-market-share-statistics-show-its-the-market-leader>. [Последњи приступ 27 12 2020].
- [188] Edutechnica, „LMS Data – Spring 2020 Updates,“ 2 February 2020. [На мрежи]. Available: <https://edutechnica.com/2020/02/02/lms-data-spring-2020-updates/>. [П. приступ 27 12 2020].
- [189] I. Bouchrika, „List of Learning Management Systems for Schools and Universities,“ 3 August 2020. [На мрежи]. Available: <https://www.guide2research.com/research/list-of-learning-management-systems-for-schools-and-universities>. [Последњи приступ 27 12 2020].
- [190] TrustRadius, „Learning Management Systems (LMS),“ [На мрежи]. Available: <https://www.trustradius.com/learning-management-lms>. [Последњи приступ 27 12 2020].
- [191] C. Pappas, „The Best Learning Management Systems (2020 Update),“ 16 September 2020. [На мрежи]. Available: <https://elearningindustry.com/the-best-learning-management-systems-top-list>. [Последњи приступ 27 12 2020].
- [192] A. S. Michaelsen, „Can Microsoft Teams For Education Replace The Learning Management Systems?,“ 2019 June 2019. [На мрежи]. Available: <https://annmichaelsen.com/2019/06/13/can-microsoft-teams-for-education-replace-the-learning-management-systems/>. [П. приступ 27 12 2020].
- [193] P. С. Вадимович, Ш. М. Михайлович и Л. М. Петровна, „Инструментарно-методологические основы обеспечения дистанционного образовательного процесса средствами цифровых технологий (на примере "Microsoft Teams"),“ *Педагогика. Вопросы теории и практики*, т. 5, бр. 3, pp. 387-392, 13 3 2020.
- [194] K. R. Heggart и J. Yoo, „Getting the Most from Google Classroom: A Pedagogical Framework for T amework for Tertiary Educators,“ *Australian Journal of Teacher Education*, т. 43, бр. 3, 2018.
- [195] I. N. M. Shaharane, J. M. Jamil и S. S. M. Rodzi, „The application of Google Classroom as a tool for teaching and learning,“ *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, т. 8, бр. 10, pp. 5-8, 2016.
- [196] S. Iftakhar и D. Bangladesh, „Google Classroom: What Works and How?,“ *Journal of Education and Social Sciences*, т. 3, pp. 12-18, February 2016.
- [197] С. Ж. Вербић, „Хеуристике за максимизацију информационе вредности рачунарских тестова знања,“ Универзитет у Београду, Београд, 2013.
- [198] M. Fowler and C. Zilles, "Superficial Code-guise: Investigating the Impact of Surface Feature Changes on Students' Programming Question Scores," Virtual Event, USA, 2021.
- [199] M. Fuhrman, „Developing Good Multiple-Choice Tests and Test Questions,“ *Journal of Geoscience Education*, т. 44, бр. 4, pp. 379-384, 1996.

- [200] MoodleDocs Contributors, „Building Quiz,“ 2008. [На мрежи]. Available: https://docs.moodle.org/310/en/Building_Quiz. [Последњи приступ 27 12 2020].
- [201] Schoology, „Test/Quiz Question Types,“ [На мрежи]. Available: support.schoology.com/hc/en-us/articles/205271688-Test-Quiz-Question-Types. [Последњи приступ 27 12 2020].
- [202] А. Јевремовић, „Систем за електронско тестирање студената,“ 2009. [На мрежи]. Available: <https://test.singidunum.ac.rs/File/Uputstvo/index.html>. [Последњи приступ 27 12 2020].
- [203] ISO/IEC, *ISO/IEC 29500-1:2016 - Information technology -- Document description and processing languages -- Office Open XML File Formats -- Part 1: Fundamentals and Markup Language Reference*, 4 ур., 2016.
- [204] R. Pomeroy, „Multiple-Choice Tests Hinder Critical Thinking. Should They Be Used in Science Classes?,“ 5 February 2014. [На мрежи]. Available: https://www.realclearscience.com/blog/2014/02/multiple_choice_in_science_classes.html. [Последњи приступ 27 12 2020].
- [205] R. E. Tractenberg, M. M. Gushta, S. E. Mulroneу и P. A. Weissinger, „Multiple choice questions can be designed or revised to challenge learners’ critical thinking,“ *Advances in Health Sciences Education*, т. 12, pp. 945-961, 4 January 2013.
- [206] J. M. Montepare, „A Self-Correcting Approach to Multiple Choice Tests,“ 1 October 2005. [На мрежи]. Available: <https://www.psychologicalscience.org/observer/a-self-correcting-approach-to-multiple-choice-tests>. [Последњи приступ 27 12 2020].
- [207] K. Scalise и B. Gifford, „Computer-Based Assessment in E-Learning: A Framework for Constructing "Intermediate Constraint" Questions and Tasks for Technology Platforms,“ *The Journal of Technology, Learning and Assessment*, т. 4, бр. 6, 3 January 2006.
- [208] L. Karimi, „The effect of constructed-responses and multiple-choice tests on students’ course content mastery,“ *Southern African Linguistics and Applied Language Studies*, т. 32, бр. 3, pp. 365-372, 2014.
- [209] B. Boitshwarelo, A. K. Reedy и T. Billany, „Envisioning the use of online tests in assessing twenty-first century learning: a literature review,“ *Boitshwarelo et al. Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, т. 12, бр. 16, 2017.
- [210] L. Y. Zhang, A. K. Petersen, M. Liut, B. Simion and F. Alaca, “A Multi-Course Report on the Experience of Unplanned Online Exams,” in *Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, Virtual Event, USA, 2021.
- [211] J. Hollingsworth, „Automatic graders for programming classes,“ *Communications of the ACM*, 10 1960.
- [212] M. Abuzar и S. R. K., „E-learning Tools in Higher Education,“ *Renewable Research Journal*, т. 3, бр. 4, pp. 133-146, 2017.
- [213] B. Das, M. Majumder, S. Phadikar and A. A. Sekh, “Automatic question generation and answer assessment: a survey,” *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, v. 16, no. 1, p. 5, 2021
- [214] R. B. Fletcher и J. Hattie, *Intelligence and Intelligence Testing*, Taylor & Francis, 2011.
- [215] A. S. Kaufman, *IQ testing 101*, New York, NY: Springer Pub. Co., 2009.
- [216] D. P. Flanagan, P. L. Harrison и M. W. Steege, *Уредници, Contemporary Intellectual Assessment, Third Edition: Theories, Tests, and Issues*, 3rd ур., New York: Guilford Publications, 2012.
- [217] QuestionPro, „Multiple Choice Questions,“ [На мрежи]. Available: <https://questionpro.com/article/multiple-choice-questions.html>. [Последњи приступ 27 12 2020].
- [218] J. Rutkowski, „Moodle-Based Computer-Assisted Assessment in Flipped Classroom,“ *Smart Education and Smart e-Learning*, т. 41, pp. 37-46, 28 May 2015.
- [219] A. I. Wang и R. Tahir, „The effect of using Kahoot! for learning - A literature review,“ *Computers & Education*, т. 149, 2020.
- [220] Kahoot, „Formative assessment,“ [На мрежи]. Available: <https://kahoot.com/schools/assessment/>. [Последњи приступ 27 12 2020].

- [221] Y. Chaiyo и R. Nokham, „The effect of Kahoot, Quizizz and Google Forms on the student's perception in the classrooms response system,“ у *2017 International Conference on Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT)*, Chiang Mai, 2017.
- [222] Quizizz, „Using Quizizz for Distance Learning,“ [На мрежи]. Available: <https://quizizz.com/teachers>. [Последњи приступ 27 12 2020].
- [223] A. J. P. Delima, J. C. T. Arroyo, M. C. Elape и M. Y. Orong, „The Use of Schoology as Learning Management System in the College of Computing Education: A Response Assessment using Data Mining Techniques,“ *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, т. 9, бр. 3, pp. 3619-3623, May-June 2020.
- [224] D. Schlager, „Schoology: The Adoption of a Learning Management System,“ St. Catherine University, 2016.
- [225] A. Rosa, „Students' perception of Online Assessment use in Schoology in EFL Classrooms,“ UIN Sunan Ampel Surabaya, 2018.
- [226] F. Eftita, „Students' Perspective on the Use of Edmodo as an Assessment Tool,“ *Journal of English for Academic*, т. 6, бр. 1, pp. 18-25, 2019.
- [227] T. D. Ballew, „Teacher Perceptions of a Technology-Based Google Classroom,“ Carson-Newman University, 2017.
- [228] A. Henukh, H. Rosdianto и S. Oikawa, „Implementation of Google Classroom as Multimedia Learning,“ *JIPF - Journal of Physics Education*, т. 5, бр. 1, pp. 38-44, January 2020.
- [229] S. Subandi, C. Choirudin, M. Mahmudi, N. Nizaruddin и H. Hermanita, „Building Interactive Communication with Google Classroom,“ *International Journal of Engineering & Technology*, т. 7, бр. 2.13, pp. 460-463, 2018.
- [230] R. John, Canvas LMS Course Design, Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2014.
- [231] M. Djenno, G. M. Insua и A. Pho, „From paper to pixels: using Google Forms for collaboration and assessment,“ *Library Hi Tech News*, т. 32, бр. 4, pp. 9-13, 1 June 2015.
- [232] S. Castro, „Google Forms Quizzes and Substitution, Augmentation, Modification, and Redefinition (SAMR) Model Integration,“ *Issues and Trends in Educational Technology*, т. 6, бр. 2, 1 November 2018.
- [233] Office 365 team, „Microsoft Forms - a new formative assessment and survey tool in Office 365 Education,“ Microsoft, 20 June 2016. [На мрежи]. Available: <https://microsoft.com/en-us/microsoft-365/blog/2016/06/20/microsoft-forms-a-new-formative-assessment-and-survey-tool-in-office-365-education/>. [Последњи приступ 27 12 2020].
- [234] G. E. Forsythe and N. Wirth, "Automatic grading programs," Stanford University, Stanford, 1965.
- [235] P. Naur, „Automatic grading of students' ALGOL programming,“ *BIT Numerical Mathematics* 4, 1964.
- [236] J. B. Hext and J. W. Winings, „An automatic grading scheme for simple programming exercises,“ *Communications of the ACM*, vol. 12, no. 5, pp. 272-275, May 1969.
- [237] K. Ala-Mutka, T. Uimonen и H.-M. Järvinen, „Supporting Students in C++ Programming Courses with Automatic Program Style Assessment,“ *Journal of Information Technology Education*, т. 3, pp. 245-262, 2004.
- [238] U. von Matt, „Kassandra: the automatic grading system,“ *ACM Special Interest Group on Computer Uses in Education Outlook*, т. 22, pp. 26-40, 2001.
- [239] M. J. Rees, „Automatic assessment aids for Pascal programs,“ *ACM SIGPLAN Notices*, т. 17, бр. 10, p. 33-42, October 1982.
- [240] R. E. Berry и B. A. E. Meekings, „A style analysis of C programs,“ *Communications of the ACM*, т. 28, бр. 1, p. 80-88, January 1985.
- [241] S. D. Benford, E. K. Burke, E. Foxley и C. A. Higgins, „The Ceilidh system for the automatic grading of students on programming courses,“ у *ACM-SE 33: Proceedings of the 33rd annual on Southeast regional conference*, New York, 1995.

- [242] D. Jackson и M. Usher, „Grading student programs using ASSYST,“ *ACM SIGCSE Bulletin*, т. 29, бр. 1, p. 335–339, March 1997.
- [243] J. Carey, „Dropbox: A Superb Classroom Tool,“ 10 August 2012. [На мрежи]. Available: prnnetwork.com/2012/08/10/dropbox-a-superb-classroom-tool. [Последњи приступ 27 12 2020].
- [244] Google, "Turn in an assignment," Before August 2015. [Online]. Available: <https://support.google.com/edu/classroom/answer/6020285>. [Accessed 27 12 2020].
- [245] Microsoft Teams for Education, „Turn in an assignment in Microsoft Teams,“ [На мрежи]. Available: <https://support.microsoft.com/en-us/office/e25f383a-b747-4a0b-b6d5-a2845a52092b>. [Последњи приступ 27 12 2020].
- [246] MoodleDocs Contributors, „Assignment activity,“ May 2005. [На мрежи]. Available: https://docs.moodle.org/310/en/Assignment_activity. [Последњи приступ 27 12 2020].
- [247] М. Таир, „Портал за отпремање решења радних задатака студената,“ Универзитет Сингидунум, 2015. [На мрежи]. Available: <https://zadatak.singidunum.ac.rs>.
- [248] P. Dang and H. Arolkar, “Automatic Evaluation of Analog Circuit Designs,” in *Data Science and Intelligent Applications*, Singapore, 2021.
- [249] P. Öncel, L. E. Flynn, A. N. Sonia, K. E. Barker, G. C. Lindsay, C. M. McClure, D. S. McNamara and L. K. Allen, “Automatic Student Writing Evaluation: Investigating the Impact of Individual Differences on Source-Based Writing,” in *LAK21: 11th International Learning Analytics and Knowledge Conference*, Irvine, CA, USA, 2021.
- [250] A. P. Cavalcanti, A. Barbosa, R. Carvalho, F. Freitas, Y.-S. Tsai, D. Gašević and R. F. Mello, “Automatic feedback in online learning environments: A systematic literature review,” *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 2, p. 100027, 2021.
- [251] O. Kocak, “A systematic literature review of web-based student response systems: Advantages and challenges,” *Education and Information Technologies*, 2021.
- [252] T. Baranova, L. Khalyapina и C. Yakhyaeva, „Google Products as a Source of Students' Autonomy in Content and Language Integrated Learning,“ у *12th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE)*, Kazan, Russia, 2019.
- [253] J. Parker, „Collect Digital Work with Google Forms: Digital Classroom Idea!,“ July 2018. [На мрежи]. Available: <https://teacheveryday.com/collect-digital-work>. [П. приступ 27 12 2020].
- [254] Sandy, „Collecting Files and Students Assignments with Microsoft Forms,“ 4 April 2020. [На мрежи]. Available: <https://scalar.usc.edu/works/edifications/collecting-files-and-students-assignments-with-microsoft-forms>. [Последњи приступ 27 12 2020].
- [255] G. Port, Director, *Microsoft Forms - upload a file*. [Film]. 2019.
- [256] D.-P. Pop, „Designing an Object Relation Mapping System in PHP,“ *Journal of Information Systems & Operations Management*, т. 5, бр. 1, pp. 207-212, 2011.
- [257] D. Colley, C. Stanier и M. Asaduzzaman, „The Impact of Object-Relational Mapping Frameworks on Relational Query Performance,“ у *2018 International Conference on Computing, Electronics & Communications Engineering (iCCECE)*, 2018.
- [258] C. Russell, „Bridging the Object-Relational Divide: ORM Technologies Can Simplify Data Access, but Be Aware of the Challenges That Come with Introducing This New Layer of Abstraction,“ *Queue*, т. 6, бр. 3, pp. 16-26, 2008.
- [259] L. Masinter, *RFC2397 : The "data" URL scheme*, Network Working Group, 1998.
- [260] B. Fox и C. Ramey, „bash(1) - Linux man page,“ 1989-2009. [На мрежи]. Available: <https://linux.die.net/man/1/bash>. [Последњи приступ 11 10 2020].
- [261] K. L. Rowland, "Unix File Permissions," 11 10 2018. [Online]. Available: <https://docs.nersc.gov/filesystems/unix-file-permissions/>. [Accessed 12 12 2020].
- [262] V. Holen, "ShellCheck - A shell script static analysis tool," 03 11 2012. [Online]. Available: <https://github.com/koalaman/shellcheck>. [Accessed 20 02 2018].

Табеле

Табела 1 - Исходи оцењивања радних задатака генерације 2017.

Додељени број студенага	Начин полагања	Успех по терминима		Број полагања	Промена после 2. полагања	Успех на крају
		1. термин	2. термин			
1014	Задатак	24		1		24
1015	Задатак	13		1		13
1025	Задатак		25	1		25
1029	Задатак	18		1		18
1037	Задатак	28		1		28
1050	Задатак	20	29	2	9	29
1055	Задатак	22		1		22
1057	Задатак	16		1		16
1061	Задатак	24		1		24
1065	Задатак	13	17	2	4	17
1078	Задатак	22		1		22
1080	Задатак	25		1		25
1083	Задатак	18		1		18
1089	Задатак	13	21	2	8	21
1092	Задатак	10		1		10
1095	Задатак	14		1		14
1098	Задатак	13		1		13
1099	Задатак	15		1		15
1106	Задатак	24		1		24
1115	Задатак	17	25	2	8	25
1117	Задатак	13	13	2	0	13
1121	Задатак	15		1		15
1122	Задатак		22	1		22
1130	Задатак	21		1		21
1141	Задатак	25		1		25
1154	Задатак	23		1		23
1157	Задатак	21		1		21
1166	Задатак	19		1		19
1171	Задатак	18	27	2	9	27
1173	Задатак	19	27	2	8	27
1198	Задатак	30		1		30
1199	Задатак	12	22	2	10	22
1200	Задатак		14	1		14
1207	Задатак	20		1		20
1218	Задатак	26		1		26
1219	Задатак	6		1		6
1222	Задатак	17		1		17
1245	Задатак		8	1		8
1247	Задатак	18	17	2	-1	17
1251	Задатак	13		1		13
1252	Задатак		25	1		25
1258	Задатак	6		1		6
1262	Задатак		24	1		24
1263	Задатак		30	1		30
1265	Задатак	11	19	2	8	19
1271	Задатак	24	29	2	5	29
1280	Задатак	24		1		24
1284	Задатак	16		1		16
1296	Задатак	11	8	2	-3	8
1300	Задатак	19	28	2	9	28
1302	Задатак	10	17	2	7	17
1305	Задатак	14		1		14
1315	Задатак	19	20	2	1	20
1321	Задатак	20	21	2	1	21

Додељени број студентата	Начин полагања	Успех по терминима		Број полагања	Промена после 2. полагања	Успех на крају
		1. термин	2. термин			
1331	Задатак	7		1		7
1339	Задатак	12		1		12
1343	Задатак	12		1		12
1344	Задатак		8	1		8
1352	Задатак	11	20	2	9	20
1370	Задатак		3	1		3
1374	Задатак	21		1		21
1376	Задатак	17		1		17
1377	Задатак	6	30	2	24	30
1379	Задатак	10		1		10
1391	Задатак	12		1		12
1393	Задатак	30		1		30
1394	Задатак	9	9	2	0	9
1401	Задатак	13	12	2	-1	12
1403	Задатак	18	23	2	5	23
1412	Задатак	11	11	2	0	11
1413	Задатак	20		1		20
1416	Задатак	7	20	2	13	20
1423	Задатак	30		1		30
1429	Задатак	14	22	2	8	22
1435	Задатак	10	19	2	9	19
1436	Задатак		23	1		23
1445	Задатак	13		1		13
1448	Задатак	15		1		15
1451	Задатак	23		1		23
1454	Задатак	14	11	2	-3	11
1462	Задатак	17		1		17
1465	Задатак	27		1		27
1468	Задатак	13	23	2	10	23
1470	Задатак	10		1		10
1471	Задатак	18		1		18
1485	Задатак	10		1		10
1492	Задатак	26		1		26
1493	Задатак	25		1		25
1501	Задатак	16		1		16
1503	Задатак	28		1		28
1508	Задатак	22		1		22
1509	Задатак	21	25	2	4	25
1513	Задатак		16	1		16
1515	Задатак	6		1		6
1517	Задатак	12	19	2	7	19
1519	Задатак	18		1		18
1520	Задатак	23		1		23
1521	Задатак	21		1		21
1522	Задатак	15		1		15
1529	Задатак	12	30	2	18	30
1531	Задатак	24		1		24
1532	Задатак	23		1		23
1534	Задатак	13	26	2	13	26

Табела 2 - Исходи оцењивања радних задатака генерације 2018.

Додељени број студентата	Начин полагања	Успех по терминима		Број полагања	Промена после 2. полагања	Успех на крају
		1. термин	2. термин			
1005	Задатак	30		1		30
1009	Задатак	14	23	2	9	23
1022	Задатак	12	29	2	17	29
1024	Задатак	10	19	2	9	19
1026	Задатак	19		1		19
1036	Задатак		25	1		25
1040	Задатак	9	19	2	10	19
1043	Задатак		25	1		25
1045	Задатак	20		1		20
1047	Задатак	10	4	2	-6	4
1062	Задатак		29	1		29
1073	Задатак	16		1		16
1074	Задатак		8	1		8
1081	Задатак	13	24	2	11	24
1086	Задатак	15		1		15
1094	Задатак		12	1		12
1097	Задатак	13	27	2	14	27
1102	Задатак	19		1		19
1123	Задатак	29		1		29
1127	Задатак		30	1		30
1132	Задатак	30		1		30
1134	Задатак		9	1		9
1138	Задатак		14	1		14
1139	Задатак	12	15	2	3	15
1144	Задатак		10	1		10
1149	Задатак		9	1		9
1150	Задатак		5	1		5
1153	Задатак	16		1		16
1159	Задатак		9	1		9
1162	Задатак		20	1		20
1165	Задатак	30		1		30
1180	Задатак	9	28	2	19	28
1182	Задатак	5	22	2	17	22
1183	Задатак	7	17	2	10	17
1188	Задатак	17		1		17
1189	Задатак		18	1		18
1190	Задатак	28		1		28
1193	Задатак		15	1		15
1194	Задатак	21		1		21
1201	Задатак	7	25	2	18	25
1215	Задатак		5	1		5
1226	Задатак	10	27	2	17	27
1229	Задатак	3	14	2	11	14
1232	Задатак	15		1		15
1234	Задатак	17		1		17
1238	Задатак	19		1		19
1239	Задатак		5	1		5
1240	Задатак	3	15	2	12	15
1249	Задатак	11	17	2	6	17
1253	Задатак	13	20	2	7	20
1255	Задатак	18		1		18
1257	Задатак		17	1		17
1266	Задатак	3		1		3
1267	Задатак	16		1		16
1269	Задатак	13	7	2	-6	7

Додељени број студената	Начин полагања	Успех по терминима		Број полагања	Промена после 2. полагања	Успех на крају
		1. термин	2. термин			
1278	Задатак	16	30	2	14	30
1282	Задатак	13	4	2	-9	4
1283	Задатак	9	22	2	13	22
1285	Задатак	13		1		13
1287	Задатак	26		1		26
1288	Задатак	10	28	2	18	28
1292	Задатак	6		1		6
1297	Задатак	9		1		9
1298	Задатак	14	11	2	-3	11
1301	Задатак	15		1		15
1313	Задатак		8	1		8
1316	Задатак	26		1		26
1328	Задатак	18		1		18
1336	Задатак	21		1		21
1338	Задатак	29		1		29
1346	Задатак		19	1		19
1353	Задатак	19		1		19
1355	Задатак	6		1		6
1363	Задатак	6		1		6
1364	Задатак	26		1		26
1366	Задатак	30		1		30
1373	Задатак	20		1		20
1378	Задатак	30		1		30
1386	Задатак	26		1		26
1398	Задатак	13	18	2	5	18
1404	Задатак		17	1		17
1418	Задатак	15		1		15
1419	Задатак	25		1		25
1420	Задатак	30		1		30
1421	Задатак	11	12	2	1	12
1424	Задатак	7	29	2	22	29
1430	Задатак	9	19	2	10	19
1433	Задатак		14	1		14
1442	Задатак	8	18	2	10	18
1446	Задатак	25		1		25
1449	Задатак	30		1		30
1453	Задатак		28	1		28
1456	Задатак	3	17	2	14	17
1458	Задатак	18		1		18
1460	Задатак	9	17	2	8	17
1481	Задатак	26		1		26
1482	Задатак	16		1		16
1488	Задатак		13	1		13
1489	Задатак		9	1		9
1490	Задатак	19	30	2	11	30
1497	Задатак	8		1		8
1502	Задатак	3	12	2	9	12
1527	Задатак		27	1		27
1535	Задатак	8	24	2	16	24

Табела 3 - Исходи оцењивања радних задатака генерације 2019.

Додељени број студента	Начин полагања	Успех по терминима		Број полагања	Промена после 2. полагања	Успех на крају
		1. термин	2. термин			
1001	Тест	12		1		12
1002	Тест	19		1		19
1006	Тест	8		1		8
1011	Тест	19		1		19
1012	Тест	11		1		11
1018	Тест	25		1		25
1020	Тест	15		1		15
1032	Тест	21		1		21
1034	Тест	28		1		28
1044	Тест	20		1		20
1048	Тест	16		1		16
1052	Тест	15		1		15
1054	Тест	20	25	2	5	25
1058	Тест	12	13	2	1	13
1059	Тест	11		1		11
1063	Тест	19		1		19
1067	Тест	16	30	2	14	30
1071	Тест	28		1		28
1076	Тест	16		1		16
1077	Тест	16		1		16
1082	Тест	12		1		12
1084	Тест	4		1		4
1091	Тест	20	28	2	8	28
1100	Тест	22		1		22
1103	Тест	28		1		28
1107	Тест	23		1		23
1111	Тест	7	3	2	-4	3
1116	Тест	25		1		25
1120	Тест	24		1		24
1137	Тест	24		1		24
1140	Тест	16		1		16
1142	Тест	18	20	2	2	20
1143	Тест	20		1		20
1151	Тест	12		1		12
1156	Тест	16		1		16
1170	Тест	20		1		20
1172	Тест	4		1		4
1175	Тест	23		1		23
1178	Тест	22		1		22
1184	Тест	11		1		11
1186	Тест	19		1		19
1187	Тест	7	16	2	9	16
1191	Тест	11		1		11
1192	Тест	23		1		23
1202	Тест	23		1		23
1203	Тест	24		1		24
1204	Тест	17		1		17
1206	Тест		21	1		21
1214	Тест	24		1		24
1217	Тест	21		1		21
1225	Тест	14		1		14
1227	Тест	12	12	2	0	12
1231	Тест	24		1		24
1235	Тест	18		1		18
1243	Тест	25		1		25
1261	Тест	19		1		19
1277	Тест	20		1		20
1279	Тест	26		1		26
1281	Тест	16	17	2	1	17

Додељени број студента	Начин полагања	Успех по терминима		Број полагања	Промена после 2. полагања	Успех на крају
		1. термин	2. термин			
1290	Тест	19	20	2	1	20
1293	Тест	24		1		24
1314	Тест	19		1		19
1330	Тест	8		1		8
1332	Тест	20		1		20
1334	Тест	27		1		27
1335	Тест	23		1		23
1345	Тест	4		1		4
1349	Тест	30		1		30
1354	Тест	30		1		30
1356	Тест	22		1		22
1357	Тест	30		1		30
1358	Тест	16		1		16
1359	Тест	21		1		21
1360	Тест	24		1		24
1362	Тест	16		1		16
1368	Тест	12		1		12
1369	Тест	4		1		4
1372	Тест	19		1		19
1380	Тест		9	1		9
1383	Тест	12	20	2	8	20
1387	Тест	15		1		15
1395	Тест	18		1		18
1396	Тест	15		1		15
1399	Тест	12		1		12
1406	Тест	8	12	2	4	12
1408	Тест	20		1		20
1427	Тест	23		1		23
1428	Тест	15		1		15
1431	Тест	3	5	2	2	5
1438	Тест	23		1		23
1461	Тест	15	30	2	15	30
1466	Тест	30		1		30
1467	Тест	16		1		16
1476	Тест	23		1		23
1477	Тест	8	21	2	13	21
1479	Тест	24		1		24
1487	Тест	26		1		26
1500	Тест	19		1		19
1504	Тест	26		1		26
1511	Тест	19		1		19
1524	Тест	8	17	2	9	17
1533	Тест	4		1		4

Табела 4 - Исходи оцењивања радних задатака генерације 2020.

Додељени број студента	Начин полагања	Успех по терминима		Број полагања	Промена после 2. полагања	Успех на крају
		1. термин	2. термин			
1004	Тест	22		1		22
1007	Тест	10		1		10
1010	Тест	0		1		0
1016	Тест	11		1		11
1021	Тест	16	21	2	5	21
1027	Тест	20		1		20
1028	Тест	29		1		29
1031	Тест	28		1		28
1035	Тест	23		1		23
1039	Тест	18		1		18
1041	Тест		6	1		6
1042	Тест	18	20	2	2	20
1046	Тест	14		1		14
1049	Тест	30		1		30
1051	Тест	12		1		12
1056	Тест	20		1		20
1066	Тест	6		1		6
1069	Тест	19		1		19
1070	Тест	14	26	2	12	26
1075	Тест	14	2	2	-12	2
1079	Тест	24	25	2	1	25
1085	Тест	17		1		17
1090	Тест		22	1		22
1093	Тест	27		1		27
1096	Тест	18		1		18
1101	Тест	22		1		22
1105	Тест	23		1		23
1110	Тест	21		1		21
1112	Тест	24		1		24
1114	Тест	22		1		22
1118	Тест	23		1		23
1119	Тест	14		1		14
1125	Тест	23		1		23
1126	Тест		20	1		20
1128	Тест	29		1		29
1129	Тест	19		1		19
1131	Тест		20	1		20
1133	Тест	10		1		10
1135	Тест	27		1		27
1146	Тест	21		1		21
1147	Тест	26		1		26
1152	Тест	23		1		23
1158	Тест	27		1		27
1163	Тест	16	13	2	-3	13
1164	Тест	18		1		18
1167	Тест	21		1		21
1168	Тест	18		1		18
1169	Тест	28		1		28
1174	Тест	8		1		8
1177	Тест	20		1		20
1179	Тест	16		1		16
1181	Тест	10		1		10
1185	Тест	16		1		16
1195	Тест	24		1		24
1197	Тест	20		1		20
1205	Тест	22		1		22
1208	Тест	15		1		15
1209	Тест	29		1		29
1212	Тест	21		1		21
1213	Тест		13	1		13
1216	Тест	24		1		24

Додељени број студената	Начин полагања	Успех по терминима		Број полагања	Промена после 2. полагања	Успех на крају
		1. термин	2. термин			
1221	Тест	9	10	2	1	10
1224	Тест	27		1		27
1228	Тест	18		1		18
1244	Тест	18		1		18
1246	Тест		15	1		15
1259	Тест	13	16	2	3	16
1260	Тест	21		1		21
1264	Тест	19		1		19
1270	Тест	11		1		11
1272	Тест	9		1		9
1273	Тест	29		1		29
1274	Тест	30		1		30
1294	Тест	27		1		27
1299	Тест	20		1		20
1303	Тест	21		1		21
1304	Тест	22		1		22
1307	Тест	29		1		29
1310	Тест	18		1		18
1311	Тест	19		1		19
1319	Тест	8		1		8
1322	Тест	24		1		24
1325	Тест		8	1		8
1326	Тест	27		1		27
1333	Тест	29		1		29
1341	Тест	22		1		22
1348	Тест		6	1		6
1351	Тест	16		1		16
1371	Тест	22		1		22
1375	Тест	12	2	2	-10	2
1385	Тест	6		1		6
1388	Тест	27		1		27
1389	Тест	22		1		22
1390	Тест	17		1		17
1392	Тест	20		1		20
1397	Тест	15		1		15
1402	Тест	8		1		8
1405	Тест	12		1		12
1409	Тест	18		1		18
1410	Тест	23		1		23
1414	Тест	24		1		24
1415	Тест	23		1		23
1425	Тест	12		1		12
1432	Тест	19		1		19
1440	Тест	24		1		24
1441	Тест	20		1		20
1443	Тест	24		1		24
1447	Тест	17		1		17
1450	Тест	23		1		23
1452	Тест	29		1		29
1455	Тест		18	1		18
1457	Тест	14		1		14
1459	Тест	10		1		10
1469	Тест	17		1		17
1472	Тест	9		1		9
1473	Тест	24		1		24
1474	Тест	19		1		19
1475	Тест	23		1		23
1483	Тест	20		1		20
1484	Тест	16		1		16
1491	Тест	29		1		29
1494	Тест	12		1		12
1496	Тест	24		1		24
1499	Тест	16		1		16

Додељени број студената	Начин полагања	Успех по терминима		Број полагања	Промена после 2. полагања	Успех на крају
		1. термин	2. термин			
1505	Тест	21		1		21
1506	Тест	28		1		28
1507	Тест	21		1		21
1510	Тест	7		1		7
1514	Тест	18		1		18
1518	Тест	10		1		10
1523	Тест	8	8	2	0	8
1526	Тест	23		1		23
1530	Тест	18		1		18

Попис слика

Слика 1 - Уопштени приказ уређења апликације МТутор	51
Слика 2 - Уопштени приказ функција доступних администратору	52
Слика 3 - Уопштени приказ функција доступних наставнику	53
Слика 4 - Уопштени приказ функција доступних студенту	54
Слика 5 - Приказ табела апликације МТутор и њихових веза	55
Слика 6 - Веза МТутор-а и ФИС-а за пренос података о испитима и пријавама.....	57
Слика 7 - Приказ форме за додавање новог питања	58
Слика 8 - Приказ форме у којој и текст питања и одговора чини <i>HTML</i> код.....	59
Слика 9 - Приказ питања чији су и поставка и понуђени одговори <i>HTML</i>	60
Слика 10 - Број студената према начину полагања	95
Слика 11 - Број полагања према начину.....	96
Слика 12 - Број студената према укупном броју полагања	96
Слика 13 - Број студената према укупном броју и начину полагања.....	97
Слика 14 - Број полагања у 1. и 2. термину 2017, 2018, 2019. и 2020.	97
Слика 15 - Број студената који су положили након рада, по терминима.....	98
Слика 16 - Удео студената који су положили након рада, по терминима	98
Слика 17 - Просечан број бодова у појединачним терминима полагања	99
Слика 18 - Просек број бодова према броју полагања.....	99
Слика 19 - Просечна промена броја подова након 2. термина.....	100
Слика 20 - Удео студената који су након 2. термина стекли више, исто или мање бодова у односу на 1. термин	100
Слика 21 - Удео студената који су на крају године положили или пали	101
Слика 22 - Раздеоба учесталости броја бодова на крају 2017. године	101
Слика 23 - Раздеоба учесталости броја бодова на крају 2018. године	102
Слика 24 - Раздеоба учесталости броја бодова на крају 2019. године	102
Слика 25 - Раздеоба учесталости броја бодова на крају 2020. године	103
Слика 26 - Раздеоба учесталости броја бодова на крају свих година.....	103

Прилози

Прилог 1 - Пример састављене поставке радног задатка

Postavka zadatka

Pokrenite u virtualnu mašinu Kolokvijum i prijavite se na nalog kolokvijum. Pokrenite naredbu:

```
početak
```

Sačekajte da dobijete poruku da je sve spremno i počnite sa radom.
Promeniti radnu putanju na /home/kolokvijum/ZADATAK/.

Stavka 1 – Izrada stabla datoteka i direktorijuma.

Na trenutnoj radnoj putanju izgraditi stablo datoteka i direktorijuma čiji prikaz je dat u nastavku.
Voditi računa o velikim i malim slovima i nazivima stavki, kao i o privilegijama nad njima.

```
├── [dr-x-----] Dnevnik
├── [drwxrwxr-x] Korisnici
│   ├── [-rw-r-----] Korisnik_1200.txt
│   ├── [-rw-r-----] Korisnik_1210.txt
│   ├── [-rw-r-----] Korisnik_1220.txt
│   ├── [-rw-r-----] Korisnik_1230.txt
│   ├── [-rw-r-----] Korisnik_1240.txt
│   └── [-rw-r-----] Korisnik_1250.txt
└── [drwxr-x---] zaposleni
    ├── [lrwxrwxrwx] dizajner -> ../Korisnici/Korisnik_1220.txt
    ├── [lrwxrwxrwx] menadzer -> ../Korisnici/Korisnik_1230.txt
    ├── [lrwxrwxrwx] programer_1 -> ../Korisnici/Korisnik_1210.txt
    ├── [lrwxrwxrwx] programer_2 -> ../Korisnici/Korisnik_1250.txt
    └── [lrwxrwxrwx] programer_3 -> ../Korisnici/Korisnik_1200.txt
```

Stavka 2 – Unos sadržaja u datoteke.

Popuniti sadržaje datotekâ u direktorijumu Korisnici, prema uputstvu.

Sadržaj datotekâ Korisnik_12???.txt je dat po obrascu u prikazu u produžetku:

```
Podaci o korisniku 12???:
Ime: Korisnik
Prezime: 12??
E-mail: korisnik.12???.@firma.local
Phone: 00 381 11 900 12??
Unique: ****
```

Umesto ?? upisati poslednje dve cifre iz imena datoteke.

Umesto **** upisati nasumičan četvorocifren broj, koji se ne sme ponoviti u drugim datotekama.

Stavka 3 – Promeniti privilegije nad direktorijumima i datotekama.

1. Omogućite vlasniku direktorijuma Dnevnik da može kreirati nove direktorijume i datoteke unutar tog direktorijuma.
2. Onemogućite korisnicima koji pripadaju grupi kojoj je dodeljen direktorijum Korisnici, da menjaju sadržaj tog direktorijuma, a svim ostalim korisnicima na sistemu zabranite da listaju sadržaj i da promene svoj radnu putanju u direktorijum Korisnici.
3. Omogućite korisnicima koji pripadaju grupi kojoj pripada direktorijum da mogu da menjaju sadržaj direktorijuma zaposleni.

Stavka 4 – Napravite datoteke u direktorijumu Dnevnik prema uputstvu u nastavku.

U direktorijum Dnevnik treba da dodate tri datoteke, čija imena su prikazi datuma u formatu YYYYMMDD.txt, gde je YYYY četvorocifreni zapis godine, MM dvocifreni zapis meseca i DD je dvocifreni zapis dana u mesecu. Datumi treba da budu današnji (kada radite ovaj zadatak), jučerašnji datum i prekjucherašnji, npr. 20201129.txt, 20201128.txt i 20201127.txt, ako je danas 29. 11. 2020.

Sadržaj datoteka može da čita i menja vlasnik datoteke, dok korisnici koji pripadaju grupi kojoj su dodeljene datoteke mogu samo da čitaju njihov sadržaj.

Unutar svake od tri datoteke uneti tačno dva zapisa u prikazanom formatu. Jedan zapis ima oblik:

```
YYYY-MM-DD HH:II - TEKST ZAPISA
```

Gde su YYYY, MM, DD, HH i II brojevi koji predstavljaju godinu, mesec, dan, sat (u dvadesetčetvoro časovnom formatu) i minut, a u nastavku, pa do kraja reda je proizvoljan tekst. Mora da postoji barem jedan zapis koji je upisan pod punim satom, tj. da je broj minuta 00.

Ukoliko budete imali potrebe da menjate privilegije direktorijuma Dnevnik, po završetku ove stavke, direktorijumu Dnevnik vratite privilegije prikazane u listingu iz Stavke 1!

Stavka 5 – Napravite sliku particije.

U direktorijumu arhive napraviti datoteku image.img koja ima veličinu 2MB, a zatim je formatirajte kao EXT4 particiju.

Stavka 6 – Filtriranje sadržaja iz datoteka.

Preuzmite arhivu sa <https://zadatak.singidunum.ac.rs/app/os/zadatak-k2.tar.gz> i raspakujte je u direktorijum na putanji /home/kolokvijum/Materijali/.

Vaš zadatak je da napravite direktorijum pod imenom Izvod unutar direktorijuma ZADATAK i da u njemu postoje tri datoteke: izvod1.j, izvod2.j i izvod3.j.

- izvod1.j treba da sadrži sve jedinstvene redove teksta iz svih datoteka iz direktorijuma /home/kolokvijum/Materijali/ koji sadrže veliko slovo E.
- izvod2.j treba da sadrži sve jedinstvene redove iz datoteke izvod1.j koji u sebi sadrže malo slovo e, poređanih u opadajući alfabetni poredak.
- izvod3.j treba da sadrži isto što i izvod2.j, sortirano obrnuto od izvod2.j.

Pokrenite naredbu za automatizovanu predaju i ocenjivanje rešenja Vašeg rada.

О аутору

Милан Таир је рођен 1988. у Београду, у СР Србији, СФР Југославије. Од детињства је био заинтересован за технологију, електронику и посебно је био заинтересован за рачунаре. Још у основној школи је написао свој први рачунарски програм и до средње школе је знао неколико програмских језика. Похађао је средњу електротехничку школу "Никола Тесла" у Београду. Након средње школе је уписао Физички факултет Универзитета у Београду. Међутим, љубав за рачунарством и програмирањем га је определила да пре краја прве године пређе на Факултет за информатику и рачунарство Универзитета Сингидунум. Дипломирао је на смеру "Програмирање и пројектовање" 2012. године. Мастер студије на одсеку "Савремене информационе технологије", смер "Интелигентни системи" је завршио у новембру 2013. године на Универзитету Сингидунум и стекао звање Мастер информатичар. Студије је наставио на смеру "Електротехника и рачунарство".



Стручну каријеру у области програмирања је започео 2008. године као веб програмер. Сарађивао је са неколико програмерских фирми у земљи и у иностранству. Од 2010. године радио је као волонтер у Рачунарском центру Универзитета Сингидунум, а од 2012. године, након дипломирања, ангажован је као програмер на Универзитету Сингидунум. Као програмер у Рачунарском центру, учествовао је у развоју портала, веб сајтова факултета, студентских портала, програмских решења заснованих на веб технологијама за службе Универзитета, система за бележење радног времена запослених, система за бележење присуства студената на вежбама, измени и адаптацији система за електронско тестирање МТутор, програму Универзитета за мобилне уређаје, развоју неколико образовних видео игара за веб и Андроид платформу, разним услужним порталима за студентску службу, као и другим информационим системима и модулима информационих система служби Универзитета. Поред редовног ангажовања на пословима програмера у Рачунарском центру, радио је као сарадник у настави.

Држао је наставу на вежбама из предмета Објектно оријентисано програмирање (C++) и Практикум - Програмски системи (*Java*). Након краће паузе, враћа се у наставу као сарадник у настави. Ангажован је на спровођењу радне наставе на вежбама из предмета Основе програмирања - *Java*, Основе програмирања - *Python*, Практикум - Интернет и веб технологије (*PHP* програмирање решења заснованих на веб технологијама, веб сервиса, *Node.js* развој веб портала), Базе података, Оперативни системи (употреба дистрибуција *GNU/Linux* оперативних система), Објектно-оријентисано програмирање - *Java*, Развој програмских решења за мобилне уређаје са Андроид оперативним системом и Тестирање софтвера.

Од 2017. године води *YouTube* канал под својим именом на којем објављује бесплатне видео лекције из области програмирања, база података, развоја веб сервиса и портала, *GNU/Linux* система и тестирања софтвера.

Поред матерњег, течно говори енглески језик који активно користи. Добро познаје и служи се руским језиком. Учио је и јапански, немачки и латински језик. Познавање латинског језика му помаже у учењу француског и румунског језика.

Воли историју и радо чита и учи о другим културама, језицима и начинима живота, како прошлим, тако и савременим. Волео би да у животу посети и својим очима види остатке древних цивилизација целог света, али и културе које су њихови савремени наследници који чувају и шире дух мултикултуралног света.

Одувек је био очаран јапанским анимираним филмовима и стриповима, које је од детињства гледао и читао. Љубитељ је књижевних жанрова научне и епске фантастике, које најрадије чита и о којима увек воли да поведе дуге разговоре са пријатељима.

Изјава о ауторству докторске дисертације

Овом изјавом, под пуном материјалном, кривичном, моралном и академском одговорношћу, потврђујем да сам лично написао докторску докторску дисертацију под следећим називом:

"Софтверска решења за аутоматизовано оцењивање радова у области рачунарства".

Сви делови рада, резултати или идеје које су цитиране или преузете од других аутора или институција, јасно су назначене у складу са правилима академског писања - фуснотама, енднотама и у списку библиографских референци.

У складу са одлуком УНИВЕРЗИТЕТА СИНГИДУМУМ, број. 1495-22 од 1. 10. 2014. године, сагласан сам да се изврши провера рада на плагијаризам коришћењем алата iThenticate.

Извод из одлуке:

Прва и друга провера рада на плагијаризам су бесплатне. Свака наредна се плаћа 100 бодова (еура у динарској противвредности по средњем курсу НБС на дан плате + ПДВ) на име административних трошкова за плагијат.

Правна поука:

- 1. Подношење лажне изјаве повлачи одговорност у складу са Правилником о дисциплинској одговорности студената УНИВЕРЗИТЕТА СИНГИДУМУМ.*
- 2. У случају да се утврди да се ради о плагијату, зарађује се подношење новог рада у периоду од 3 (три) године.*

У Београду

Кандидат

Милан Таир

Изјава о коришћењу

Овлашћујем библиотеку УНИВЕРЗИТЕТА СИНГИДУМУ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

"Софтверска решења за аутоматизовано оцењивање радова у области рачунарства",
која је моје ауторско дело.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраној лиценци Креативне заједнице (*Creative Commons*) за коју сам се одлучио.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
- 4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима**
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

У Београду

Потпис докторанда

Милан Таир

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије рада

Име и презиме аутора Милан Таир

Број индекса 2015466037

Студијски програм Електротехника и рачунарство

Наслов рада „Софтверска решења за аутоматизовано оцењивање радова у области рачунарства“

Ментор Проф. др Миодраг Живковић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао ради објављивања на порталу Дигиталног репозиторијума УНИВЕРЗИТЕТА СИНГИДУНУМ и ради похрањена у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама УНИВЕРЗИТЕТА СИНГИДУНУМ у Београду.

У Београду

Потпис докторанда

Милан Таир