



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ПЕДАГОШКИ ФАКУЛТЕТ У СОМБОРУ  
ДОКТОРСКЕ СТУДИЈЕ МЕТОДИКЕ РАЗРЕДНЕ НАСТАВЕ

# **МОДЕЛИ ПРИМЕНЕ АПЛИКАТИВНОГ СОФТВЕРА У ОСНОВНОЈ ШКОЛИ И ОБРАЗОВАЊУ БУДУЋИХ УЧИТЕЉА**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментор: Проф. др Драган Ламбић

Кандидат: Биљана Ђорић

Нови Сад, 2020. године

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ПЕДАГОШКИ ФАКУЛТЕТ У СОМБОРУ  
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА**

Редни број: РБР	
Идентификациони број: ИБР	
Тип документације: ТД	Монографска документација
Тип записа: ТЗ	Текстуални штампани материјал
Врста рада (дипл., маг., докт.): ВР	Докторска дисертација
Име и презиме аутора: АУ	Биљана Ђорић
Ментор (титула, име, презиме, звање): МН	др Драган Ламбић, ванредни професор
Наслов рада: НР	Модели примене апликативног софтвера у основној школи и образовању будућих учитеља
Језик публикације: ЈП	Српски (ћирилица)
Језик извода: ЈИ	Српски (ћирилица) / Енглески
Земља публикавања: ЗП	Република Србија
Уже географско подручје: УГП	Војводина
Година: ГО	2020.
Издавач: ИЗ	Ауторски репринт
Место и адреса: МА	Подгоричка 4, Сомбор
Физички опис рада: ФО	(број поглавља: 5 / страница: 166 / слика: 29 / табела: 35 / референци: 213 / прилога: 12)
Научна област: НО	Методика разредне наставе
Научна дисциплина: НД	Методика разредне наставе информатике
Предметна одредница, кључне речи: ПО	Апликативни софтвери, рачунарско размишљање, симулације, програмирање, ставови ученика, концептуално разумевање, решавање проблема
УДК	37:004

<p>Чува се: ЧУ</p>	<p>Библиотека Педагошког факултета, Универзитета у Новом Саду, Подгоричка 4, 25000 Сомбор, Србија</p>
<p>Важна напомена: ВН</p>	-
<p>Извод: ИЗ</p>	стр. VII
<p>Датум прихватања теме од стране Сената: ДП</p>	25.10.2019.
<p>Датум одбране: ДО</p>	
<p>Чланови комисије: (име и презиме / титула / звање / назив организације / статус) КО</p>	

**UNIVERSITY OF NOVI SAD  
FACULTY OF EDUCATION IN SOMBOR  
KEY WORD DOCUMENTATION**

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	PhD Thesis
Author: AU	Biljana Đorić
Mentor: MN	Dragan Lambić, Ph.D., Associate Professor
Title: TI	Implementation models of application software in elementary school and education of future teachers
Language of text: LT	Serbian (Cyrillic)
Language of abstract: LA	Serbian (Cyrillic) / English
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	Autonomous Province of Vojvodina
Publication year: PY	2019.
Publisher: PU	Personal reprint
Publication place: PP	Podgorička 4, Sombor
Physical description: PD	chapters: 5 / pages: 166 / figures: 29 / tables: 35 / references: 213 / supplementary materials: 12
Scientific field SF	Methodology of classroom teaching
Scientific discipline SD	Methodology of classroom teaching of informatics
Subject, Key words SKW	Application software, computer thinking, simulation, programming, students' attitudes, conceptual understanding, problem solving
UC	37:004
Holding data: HD	Library of the Faculty of Education, University of Novi Sad, Podgorička 4, 25000 Sombor, Serbia

Note: N	-
Abstract: AB	page IX
Accepted on Senate on: AS	25.10.2019.
Defended: DE	
Thesis Defend Board: DB	

## **Захвалнице**

*Посебну захвалност дугујем ментору проф. др Драгану Ламбићу на указаној помоћи и корисним сугестијама које су ми помогле приликом израде докторске дисертације. Захвалност исказујем и члановима Комисије.*

*Захваљујем се свим директорима школа, наставницима, учитељима и ученицима који су ми омогућили да реализујем истраживања и потрудили се да ми обезбеде потребне услове за то.*

*Желим да исказем захвалност и родбини, пријатељима, колегиницама и колегама који су ми били подршка приликом писања дисертације.*

*Велику захвалност дугујем проф. др Драгани Бјекић и нажалост, преминулом проф. др Жељку Папићу, који су ми омогућили и помогли да упознам свет науке.*

*И на крају, желим да се захвалим мојој драгој породици на безусловној подршци и разумевању, а посебно родитељима, Гордани и Драгиши Кузмановић и супругу Стефану Ђорићу.*

***Ову дисертацију посвећујем брату Марку.***

У Чачку, 17.02.2020. год.

Биљана Ђорић

# МОДЕЛИ ПРИМЕНЕ АПЛИКАТИВНОГ СОФТВЕРА У ОСНОВНОЈ ШКОЛИ И ОБРАЗОВАЊУ БУДУЋИХ УЧИТЕЉА

## Резиме

Примена апликативних софтвера постаје све заступљенија у наставном процесу, а њихова разноврсност и начини употребе могу утицати на процес и крајњи исход учења. У зависности од садржаја учења, узраста ученика и других њихових карактеристика, апликативни софтвери различите намене изискују различите моделе њихове имплементације у настави. Поред тога, искуства која ученици стичу током свог образовања, могу утицати на формирање ставова ученика према употреби технологије у њиховој будућој професији, али и стицање вештина за њихову примену. Због тога су у дисертацији разматрана два аспекта употребе образовног софтвера – из угла ученика и из угла (будућег) учитеља/наставника. Основи циљ дисертације је предлагање нових модела и испитивање ефикасности различитих модела примене апликативног софтвера на различите аспекте учења код ученика различитог узраста, али и будућих и садашњих учитеља и наставника. У дисертацији су приказана емпиријска истраживања, као и теоријска анализа проблема уз преглед литературе. Емпиријски део дисертације се бави испитивањем ефеката модела примене апликативног софтвера, различитог степена интерактивности са различитим врстама повратних информација, као и испитивањем ефеката примене модела код ученика различитог узраста, док је део прегледа литературе посвећен улози образовног софтвера у образовању будућих учитеља/наставника.

Један од циљева дисертације је утврђивање разлика у процени ставова према програмирању код ученика различитог узраста (од првог до четвртог разреда) узимајући у обзир утицај успешности у решавању проблемских задатака. У овој студији је учествовало укупно 293 ученика разредне наставе. Успешност у решавању задатака процењена је на основу броја решених задатака, а за процену ставова ученика коришћен је упитник. Резултати студије указују на то да постоје статистички значајне разлике у успешности старије и млађе групе ученика, као и процени ставова према програмирању и платформи за учење програмирања. Наиме, старија група ученика која је уједно била и успешнија у решавању проблемских задатака, позитивније је вредновала програмирање, као и платформу за учење програмирања у односу на млађе и мање успешне ученике. Овакав налаз води закључку да је потребно прилагодити употребу ове платформе узрасту ученика у зависности од наставних циљева које је потребно постићи. У вези са тим, дате су педагошке импликације и описани су могући начини имплементације ове платформе.

Дисертација се такође бави и утврђивањем специфичних тешкоћа са којима се ученици сусрећу приликом решавања проблема у контексту програмирања. У оквиру ове студије, извршене су опсервације процеса решавања проблема у оквиру платформе за учење програмирања на узорку од 29 ученика четвртог разреда. Резултати ове експлоративне студије, засноване на анализи квантитативних и квалитативних података, указали су на тешкоће са којима се ученици сусрећу, грешке које ученици праве, као и одређена понашања која ученици манифестују приликом решавања проблема. Ученици на више различитих начина исказују неразумевање садржаја и тешкоће приликом решавања проблема. У зависности од типа и тежине задатака, издвојиле су се групе грешака које су ученици правили, тешкоће у примени стратегија решавања проблема и одређене

категорије понашања као што су решавање проблема случајним покушајима, понављање погрешних покушаја и сл. У оквиру ове студије, приказан је и почетни модел решавања проблема, односно веза између категорија понашања ученика у контексту програмирања који је потребно додатно евалуирати.

Један од циљева дисертације је и утврђивање ефеката примене симулација различитог нивоа интерактивности у комбинацији са електронским елаборираним или традиционалним повратним информацијама. У овој студији учествовало је укупно 168 ученика осмог разреда. Примењена је експериментална метода са паралелним групама. За иницијалну и финалну проверу концептуалног разумевања коришћени су тестови, а за процену употребе (мета)когнитивних стратегија и процену корисности повратних информација коришћени су упитници. Резултати указују на то да софтвер вишег нивоа интерактивности има позитивнији ефекат на концептуално разумевање ученика. Такође се показало да елабориране електронске повратне информације позитивније утичу на концептуално разумевање ученика у односу на традиционалне. Поред тога, резултати овог истраживања указују и на то да не постоје разлике у процени употребе (мета)когнитивних стратегија приликом коришћења софтвера између три групе ученика. Утврђене су и умерене и јаке позитивне корелације између процена корисности повратних информација које су ученици добијали и процене употребе (мета)когнитивних стратегија приликом учења уз помоћ софтвера.

Као што је већ поменуто, поред евалуације модела примене апликативних софтвера намењених ученицима, предложени су и модели примене апликативних софтвера у циљу развоја компетенција учитеља/наставника, како за њихову техничку употребу, тако и за њихову имплементацију у наставном процесу.

Резултати истраживања и преглед литературе указују на важност адекватне примене образовног софтвера како би се постигли позитивни исходи учења. Такође, показало се да различити елементи образовног софтвера исте намене имају различит утицај на учење при чему је неопходно у обзир узети и контекст учења. Као фактори који могу утицати на ефикасност примене образовног софтвера, у овој дисертацији издвојили су се ниво интерактивности, тип повратних информација, узраст ученика, садржајна усклађеност и тежина проблемских задатака. На основу добијених резултата и прегледа литературе, издвојене су педагошке импликације и импликације за будућа истраживања.

Кључне речи: *Апликативни софтвери, рачунарско размишљање, симулације, програмирање, ставови ученика, концептуално разумевање, решавање проблема*



# **IMPLEMENTATION MODELS OF APPLICATION SOFTWARE IN ELEMENTARY SCHOOL AND EDUCATION OF FUTURE TEACHERS**

## **Abstract**

The implementation of application software is becoming more effective in the teaching process, as its diversity and uses can affect both the process and the outcomes of learning. Depending on the content of learning, students age and other students' characteristics, the application software designed for various purposes require different models of implementation in teaching. Also, the experience that students gain during the education can affect students' attitude toward the technology application in their future profession, and the skill acquisition for the application of the technology. Therefore, this dissertation analyses two aspects of use of educational software – one from the student perspective, and another from the (future) teacher perspective. The essential objective of the dissertation is to propose new models and examine the efficiency of different software application models in different aspects of learning among students of different ages, but also among future and current teachers.

The dissertation presents the empirical research grounded in the theoretical analysis of the problem and followed by a literature review. The empirical research deals with examining the implementation effects of software application models, different degrees of interactivity related to different types of feedback, and finally examining the effects of application models in students of different ages. The review of literature highlights the role of educational software in the education of future teachers. Another objective of the dissertation is to identify the differences in the assessment of students' attitudes toward programming (among 1st and 4th grade students), taking into account the impact of success in solving problematic tasks.

A number of 293 elementary school students took part in this research. Success in solving tasks was based on the number of completed tasks. Questionnaire was used to assess students' attitudes. The research results show the presence of statistically substantial differences in the performance of the older and younger groups of students, as well as the assessment of attitudes towards programming and the platform for learning programming. Namely, the older group of students, who were also more successful in solving problematic tasks, valued both the programming and the platform for learning programming, more positively in comparison to younger and less successful students. This finding guides us to conclude that it is necessary to adapt the use of this platform to the age of the student, depending on the teaching objectives which should be achieved. Therefore, pedagogical implications are given and possible ways of implementing this platform are described.

The dissertation also deals with identifying specific difficulties that students face while solving problems related to programming. In this dissertation, a problem-solving process was observed within a programming learning platform on a sample of 29 students attending fourth grade. The results of this exploratory research, grounded in the analysis of quantitative and qualitative data, have highlighted the difficulties students face, the mistakes students make, as well as certain behaviors that students manifest during solving problems. Students express misunderstanding of content and difficulty in solving problems in various ways. According to the type and difficulty of the tasks, the difficulty in applying problem-solving strategies, and certain categories of behavior, several groups of students' mistakes, such as problem-solving by random attempts, repetition of erroneous attempts, etc., have been distinguished. This dissertation also presents the initial problem-solving model through the relationship between categories of student behavior in the context of programming that needs further evaluation.

Another crucial objective of the dissertation is to measure the effects of applying simulations of different levels of interactivity combined with electronic elaborated or traditional feedback.

A number of 168 students of eighth grade participated in the research. An experimental method with parallel groups was applied. Tests were given for both the initial and final validation of conceptual understanding, and questionnaires were used for evaluating the use of (meta)cognitive strategies and evaluate the usefulness of feedback. The results indicate that higher-level interactivity software has more positive effect on the conceptual understanding of students.

Furthermore, the elaborated electronic feedback shows to have more positive effect on the conceptual understanding of students than the traditional ones. Also, the research results suggest no differences in the assessment of the use of (meta)cognitive strategies when using the software between the three groups of students. Moderate and strong positive correlations were found when assessing the usefulness of the feedback that students received and the use of (meta)cognitive strategies in the learning process while using the software.

As mentioned above, besides evaluating the application models for student-centered software, models of application software are also proposed with the aim of developing teacher competencies for both the technical use and the use of application software in teaching process.

The research results and the literature review indicate how important the adequate application of educational software is for achieving positive learning outcomes. Furthermore, different elements of the educational software for the same purpose were proved to have different effects on learning, so the context of learning should be considered. In this dissertation, the factors influencing the effectiveness of educational software application are: level of interactivity, type of feedback, age of the students, content coherence and difficulty of problem tasks. According to the obtained results and the literature review, pedagogical implications and the implications for future research have been identified.

*Key words: Application software, computer thinking, simulation, programming, students' attitudes, conceptual understanding, problem solving*

# САДРЖАЈ

<b>1. УВОД</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Сврха и циљеви дисертације</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. Мотивација за спровођење истраживања</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3. Структура дисертације</b> .....	<b>5</b>
<b>2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1. Апликативни и едукативни софтвери – врсте, улога и значај</b> .....	<b>7</b>
2.1.1. Софтвери намењени за учење програмирања .....	7
2.1.2. Симулације – вирутелне лабораторије.....	11
2.1.3. Web 2.0 алати у образовању .....	16
<b>2.2. Педагошке и психолошке теорије употребе апликативних софтвера</b> .....	<b>21</b>
2.2.1. Теорија обраде информације.....	21
2.2.2. Конструктивизам.....	22
2.2.3. Теорија когнитивног оптерећења .....	24
2.2.4. Теорија мултимедијалног учења.....	25
2.2.5. Конективизам.....	26
2.2.6. Саморегулисано учење и компоненте саморегулације.....	27
<b>2.3. Фактори који утичу на ефикасност употребе апликативног софтвера</b> .....	<b>31</b>
<b>2.4. Улога учитеља/наставника у примени апликативних софтвера</b> .....	<b>33</b>
<b>2.5. Дигитална компетентност ученика и њен развој</b> .....	<b>37</b>
<b>2.6. Вештине решавања проблема ученика и њихов развој</b> .....	<b>39</b>
<b>2.7. Улога апликативних софтвера у развоју дигиталне и научне писмености</b> .....	<b>42</b>
<b>2.8. образовање учитеља и имплементација апликативних софтвера у њиховој професији</b> .....	<b>44</b>
<b>3. МОДЕЛИ ПРИМЕНЕ АПЛИКАТИВНОГ СОФТВЕРА У РАЗРЕДНОЈ НАСТАВИ</b> ....	<b>47</b>
<b>3.1. Модел примене платформе code.org – Курс 2</b> .....	<b>47</b>
<b>3.2. Модел примене алата code.org намењен уочавању и отклањању грешака у коду</b> ....	<b>48</b>
<b>3.3. Модел примене симулација у разредној настави у циљу олакшаног разумевања природних појава</b> .....	<b>50</b>
3.3.1. Модел примене симулације за изучавање концепта силе, кретања, трења и убрзања у комбинацији са повратним информацијама .....	50
3.3.2. Модел примене виртуелних електричних кола у комбинацији са традиционалним активностима.....	53
3.3.3. Модел учења за усвајање концепата висине, величине објекта и масе на брзину пада.....	53
3.3.4. Модел употребе симулације за усвајање основних математичких концепата.....	54
<b>3.4. Модел примене Web 2.0 алата за развој комуникационе и научне писмености ученика разредне наставе</b> .....	<b>55</b>
3.4.1. Модел примене вики страница за размену и синтезу научног текста.....	55
3.4.2. Модел примене виртуелне колаборације области математике и науке.....	56

3.4.3. Модел употребе блога за унапређење вештина писања, комуникације и размене идеја.....	57
<b>3.5. Методологија истраживања: Узрасне карактеристике ученика и њихови ставови према учењу програмирања у разредној настави.....</b>	<b>59</b>
3.5.1. Хипотезе истраживања о ставовима ученика разредне наставе према програмирању и њиховој успешности у решавању проблема.....	59
3.5.2. Инструмент за процену ставова ученика према програмирању и платформи.....	60
3.5.3. Методе истраживања о ставовима ученика разредне наставе према програмирању и њиховој успешности у решавању проблема.....	61
3.5.4. Узорак ученика обухваћен у истраживању о ставовима ученика разредне наставе према програмирању и њихове успешности у решавању проблема.....	63
3.5.5. Резултати – постојање разлика између млађе и старије групе ученика који нису користили code.org платформу у процени ставова према програмирању.....	63
3.5.6. Резултати – постојање разлика између млађе и старије групе ученика који су користили code.org платформу у процени ставова према code.org платформи и програмирању.....	64
3.5.7. Резултати – постојање разлика између млађе и старије групе ученика који су користили code.org платформу у броју успешно урађених задатака.....	66
3.5.8. Дискусија - Узрасне карактеристике ученика и њихови ставови према учењу програмирања у разредној настави.....	66
3.5.9. Закључна разматрања - истраживање о ставовима ученика разредне наставе према програмирању и њиховој успешности у решавању проблема.....	68
<b>3.6. Методологија истраживања: Идентификација модела решавања проблема и утврђивање проблема приликом решавања задатака у контексту програмирања..</b>	<b>69</b>
3.6.1. Истраживачка питања – истраживање о начину решавања проблема ученика у контексту програмирања.....	70
3.6.2. Инструмент за праћење понашања ученика приликом решавања проблема у контексту програмирања.....	71
3.6.3. Методе истраживања и технике обраде квалитативних и квантитативних података.....	73
3.6.4. Резултати и дискусија истраживања: Идентификација модела решавања проблема и утврђивање проблема приликом решавања задатака у контексту програмирања.....	74
3.6.5. Закључна разматрања – истраживање о начину решавања проблема ученика у контексту програмирања.....	94
<b>3.7. Резиме поглавља - Модел примене апликативног софтвера у разредној настави..</b>	<b>95</b>
<b>4. МОДЕЛИ ПРИМЕНЕ АПЛИКАТИВНОГ СОФТВЕРА У ОБРАЗОВАЊУ УЧЕНИКА И УЧИТЕЉА И ЊИХОВОМ СТРУЧНОМ УСАВРШАВАЊУ .....</b>	<b>97</b>
<b>4.1. Модел примене симулација са нижим степеном интерактивности у комбинацији са компјутерски подржаним елаборираним повратним информацијама .....</b>	<b>97</b>
<b>4.2. Модел примене симулација са вишим степеном интерактивности у комбинацији са компјутерски подржаним елаборираним повратним информацијама .....</b>	<b>103</b>
<b>4.3. Модел примене симулација са вишим степеном интерактивности у комбинацији са елаборираним повратним информацијама од стране наставника .....</b>	<b>105</b>
<b>4.4. Модел примене Web 2.0 алата за стручно усавршавање наставника и образовање будућих наставника/учитеља.....</b>	<b>106</b>
4.4.1. Модел употребе блога – конструктивистички приступ.....	106

4.4.2. Модел примене блога – студија случаја и заједница блогова.....	107
4.4.3. Модел примене портфолија - ТРАСК теоријски оквир.....	108
4.4.4. Модел примене портфолија – оснаживање професионалног развоја у првој години студија .....	109
4.4.5. Модел примене портфолија – ePEARL као алат за подстицање саморегулисаног учења.....	110
4.4.6. Модел примене програма за развој вештина примене Web 2.0 алата за активне наставнике/учитеље.....	111
4.4.7. Модел програма за развој вештина примене Web 2.0 алата заснован на развоју случаја и ТРАСК теоријским оквиром.....	111
<b>4.5. Методологија истраживања: Евалуација ефеката примене различитих врста апликативних софтвера.....</b>	<b>112</b>
4.5.1. Хипотезе истраживања о ефектима примене различитих врста апликативних софтвера .....	112
4.5.2. Инструменти за испитивање ефеката примене различитих врста апликативних софтвера	114
4.5.3. Метода истраживања о ефектима примене различитих врста апликативних софтвера .....	115
4.5.4. Узорак ученика и ток истраживања о ефектима примене различитих врста апликативних софтвера.....	116
4.5.5. Идентификација утицаја најефикаснијег софтвера на концептуално разумевање ученика у области физике.....	118
4.5.6. Идентификација утицаја најефикаснијег софтвера на процену употребу (мета)когнитивних стратегија приликом употребе софтвера.....	121
4.5.7. Идентификација повезаности категорија процене употребе (мета)когнитивних стратегија и ставова ученика према повратним информацијама.....	121
4.5.8. Дискусија – испитивање ефеката примене различитих типова софтвера на концептуално разумевање ученика.....	123
4.5.9. Дискусија – испитивање ефеката примене различитих типова софтвера на употребу (мета)когнитивних стратегија приликом употребе софтвера .....	124
4.5.10. Дискусија - Идентификација повезаности категорија процене употребе (мета)когнитивних стратегија и ставова ученика према повратним информацијама .....	126
4.5.11. Закључна разматрања – истраживање о ефектима примене различитих врста апликативних софтвера.....	127
<b>4.6. Резиме поглавља - Модели примене апликативног софтвера у образовању ученика и учитеља и њиховом стручном усавршавању .....</b>	<b>128</b>
<b>5. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА И ПЕДГОШКЕ ИМПЛИКАЦИЈЕ .....</b>	<b>130</b>
<b>5.1. Преглед значајних доприноса.....</b>	<b>130</b>
<b>5.2. Импликације за наставу .....</b>	<b>132</b>
<b>5.3. Импликације за даље истраживање .....</b>	<b>134</b>
<b>5.4. Закључак дисертације.....</b>	<b>136</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>137</b>
<b>ПРИЛОЗИ .....</b>	<b>150</b>

## 1. УВОД

Дигиталне компетенције, савремено информационо друштво, заједнице учења, вештине решавања проблема, рачунарско размишљање, трансверзалне компетенције итд. само су неки од појмова који су веома често заступљени у литератури у области образовања. Савремени токови образовања и осталих сфера људског функционисања изискују велике промене и изазове како за наставнике/учитеље, тако и за актуелне и будуће генерације ученика, главне актере образовног процеса. Савремена филозофија образовања и померање традиционалног приступа учења где је ученик пасивни учесник и прималац информација ка настави са фокусом на активног ученика у процесу учења, у великој мери је утицала на планове и програме учења, организацију наставе и саме активности у учионици и изван ње. Због претходно наведеног, у порасту је број истраживања који се баве имплементацијом информационо-комуникационих технологија у настави и њиховим ефектима на различите аспекте учења. У овом поглављу приказани су сврха и циљеви дисертације, разлози за спровођење истраживања, као и структура дисертације.

### 1.1. Сврха и циљеви дисертације

Дигиталне компетенције и правилна употреба технологије у настави ради постизања потпуне ефикасности њене примене све више добијају на значају. Технологија сама по себи не доприноси пуно процесу учења уколико се она не примењује правилно. Њена употреба је веома комплексна, а на ефикасност њене употребе, поред вештина учитеља/наставника, утиче низ других фактора. Због тога, примена одређене технологије веома зависи од контекста у коме се она примењује, садржаја учења, узраста ученика, њихових претходних знања и вештина, личних карактеристика и преференција, али и дигиталне писмености ученика како би ту технологију користили без тешкоћа. Сходно томе, јавља се потреба за детаљнијим испитивањем ефеката примене различитих образовних софтвера у настави различитих намена и садржаја за различите узрасте ученика. Поред тога, неопходно је и установити проблематичне тачке у процесу учења и решавања проблема код ученика како би даље планирање наставе и учења било могуће.

У овој дисертацији примена и утицај апликативних софтвера, са фокусом на едукативне софтвере, анализирана је теоријски и/или емпиријски и из угла ученика и из угла наставника/учитеља. Разлог оваквом приступу је утицај иницијалног образовања учитеља/наставника на свим нивоима образовања на став будућих учитеља/наставника према употреби софтвера у настави (Lambić, 2014; Fesakis & Serafeim, 2009). Будући учитељи/наставници студије уписују са већ формираним позитивним или негативним ставовима према имплементацији дигиталне технологије у наставном процесу (Lortie, 1975; Raths, 2001). На тај начин, вредновање различитих приступа у настави често је укорењено кроз искуство које ученици стичу у току школовања посматрајући рад својих учитеља/наставника (Rots, Aelterman, Devos, & Vlerick, 2010; Knowles, 1992). Постоје тврдње да су ставови и убеђења стечена током образовања пре студија утицајнија од ставова стечених током формалног образовања које студенти стичу на факултетима, када су већ одабрали своју будућу професију (Brousseau, Book, & Byers, 1988 према Massa, 2014; Raths, 2001; Richardson, 1996 према Özgün-Koca, Meagher, & Edwards, 2010; Lortie, 1975). Ученици проводе дуг период у школи, а стечена искуства током раних фаза школовања (иако можда потиснута) могу се одразити у самом професионалном

деловању будућих наставника/учитеља (Zeichner & Tabachnick, 1981). Због тога је мала вероватноћа да се стечена уверења могу драстично мењати у току наставничких студија (Kagan, 1992, Pajares, 1992, Van Driel et al., 1997, према Hermans, Tondeur, Van Braak & Valcke, 2008). Сходно томе, позитивно или негативно вредновање примене рачунара у настави такође је последица тога да ли су ученици имали прилике да искусе правилну употребу технологије од стране учитеља/наставника и перципирају је као корисну за процес учења (Lei, 2009). Због свега наведеног, истиче се потреба за оспособљавањем учитеља/наставника за адекватну имплементацију технологије (или конкретно образовног софтвера) у настави, што даље води позитивнијим ставовима ученика према оваквом приступу, а самим тим и позитивнијим ставовима и вештинама будућих учитеља/наставника.

У складу са тим, главни циљ ове дисертације је евалуација ефеката различитих модела примене образовног софтвера како у разредној настави, тако и предметној. Један од циљева дисертације је утврђивање разлика у ставовима ученика различитог узраста према програмирању након употребе платформе за учење програмирања. Такође, дисертација се бави и идентификацијом процеса решавања проблема у контексту програмирања и утврђивањем специфичних тешкоћа са којима се ученици сусрећу. Поред тога, циљ дисертације је и утврдити ефекте примене различитих варијација образовног софтвера који садржи симулације различитог нивоа интерактивности у комбинацији са елаборираним електронским и традиционалним повратним информацијама. Осим описа и евалуације модела примене образовног софтвера намењеног ученицима у току основног образовања, у дисертацији су приказани и модели примене образовног софтвера у циљу развоја учитељских/наставничких компетенција у току иницијалног и/или формалног образовања.

## **1.2. Мотивација за спровођење истраживања**

Развијене вештине алгоритамског и рачунарског размишљања, као и вештине решавања проблема, све су израженији образовни циљеви због чега се јавља потреба за њиховим развојем још у првом циклусу основног образовања. Усвајање програмерских концепата и вештина може бити веома захтевно за ученике, нарочито у млађем узрасту. Висок ниво апстрактности, примењивање стратегија, надгледање свог процеса решавања проблема и регулација понашања, посебни су изазови за ученике који су у фази развоја формалног размишљања. Ипак, осетљивост овог развојног периода (од 7-10. године) може бити искоришћена на прави начин у циљу развоја потенцијала ученика. Наставни садржаји у области информатике, који су се углавном заснивали на усвајању вештина за употребу апликативних софтвера (канцеларијских пакета, софтвера за обраду слика, звука и сл.) за чију употребу нису увек неопходне комплексне информатичке вештине, измењени су и допуњени садржајима који подстичу развој рачунарског размишљања (Bers, Flannery, Kazakoff, & Sullivan, 2014). Међутим, поред саме тежине оваквог садржаја за ученике, јавља се и проблем недостатка мотивације и заинтересованости за изучавање оваквих садржаја (Du, Wimmer, & Rada, 2016). Како би се превазишли поменути проблеми, развијене су бројне платформе са атрактивним, графичким окружењима за програмирање у којима се програми „пишу“ слагањем блокова уместо писања синтаксе (Kalelioğlu, 2015). Због тога, ова окружења добијају посебно на значају и све више су предмет изучавања. У литератури се најчешће помињу следеће платформе: Code.org, Scratch, Alice, and MIT App Inventor (Du et al., 2016; Kalelioğlu, 2015).

Бројни аутори су се бавили евалуацијом различитих платформи за учење програмирања на различитим узрастима, њиховом утицају на ставове ученика, развој програмерских вештина и сл. (Calder, 2010; Genç & Karakus, 2011 према Korkmaz, 2018). Међутим, не постоје истраживања која се баве евалуацијом ефеката примене code.org платформе на ставове ученика различитог узраста (период од 7 до 10 година) који могу бити под утицајем вештина ученика за решавање задатака у оквиру поменуте платформе. Због тога, један од циљева дисертације је утврдити постојање разлика у ставовима млађе и старије групе ученика према програмирању, као и разлика у њиховом постигнућу у решавању проблема.

У вези са претходним, недовољан је и број истраживања којим се идентификује процес решавања проблема у контексту програмирања код ученика узраста 10 година. Откривање тешкоћа са којим се ученици сусрећу и анализа грешака које ученици праве приликом решавања проблема у великој мери може помоћи у планирању и реализацији садржаја из области програмирања. Велики број истраживања у овој области усмерен је на анализу ученичких пројеката креираних у некој од платформи за графичко програмирање, успешност у примени различитих програмерских концепата (Wilson, Hainey & Connolly 2012; Giannakoulas & Xinogalos, 2018; Mladenović, Rosić & Mladenović, 2016), док су веома ретка истраживања која се баве испитивањем изражених понашања ученика приликом решавања проблема у овој области (Kalelioğlu & Gülbahar, 2014). Сходно томе, још један од циљева дисертације је утврђивање тешкоћа са којима се ученици четвртог разреда сусрећу приликом решавања проблема (који захтевају примену различитих стратегија, примену аналогија, алгоритамско размишљање, истрајност итд.) у контексту програмирања, као и образаца понашања и грешака које ученици манифестују приликом решавања проблема.

Поред учења програмирања, постоје и други начини учења који код ученика подстичу размишљање, више когнитивно ангажовање и процес решавања проблема. Симулације (виртуелне лабораторије) спадају у категорију софтвера који се могу користити у претходно наведене намене. Симулације, односно виртуелне лабораторије служе за имитацију природних појава и омогућавају управљање параметрима, мерење и експериментисање у виртуелним условима. Постоји велики број студија које потврђују ефикасност примене симулација на различитим нивоима образовања како на концептуално разумевање ученика (Zacharia 2007, према Jaakkola & Nurmi, 2008), тако и на развој вештина решавања проблема (Zacharia et al. 2015). Тип симулације, односно њен ниво интерактивности, може имати различите ефекте из више разлога. Један од њих је што висок ниво интерактивности може имати позитивне ефекте када је у питању изучавање садржаја из области природних и техничких наука (Faour & Ayoubi, 2018, Wieman, Adams, & Perkins, 2008 према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019), док са друге стране превисок ниво интерактивности може довести до когнитивног оптерећења нарочито када ученицима садржај није довољно познат и када је потребно да повежу односе између већег броја елемената (Sweller, 2010). Због тога је важно утврдити ефекте примене симулација различитог нивоа интерактивности.

Када се говори о учењу у електронском окружењу, повратне информације сматрају се кључним елементом који може имати велики утицај на процес учења (Van der Kleij, Feskens, & Eggen 2015 према Golke, Dörfler, & Artelt, 2015). Основна улога повратних



информација је да олакша ученицима да унапреде своје учење приликом чега мењају стратегије учења или решавања проблема (Hattie & Timperley 2007). Различити типови повратних информација, контекст у коме се оне примењују, претходно знање ученика и низ других фактора утичу на њихову ефикасност, због чега су резултати о ефектима примене повратних информација често неконзистентни (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Сходно томе, неопходно је утврдити и разлике у ефектима примене традиционалних повратних информација (усмене од стране наставника) и повратних информација у електронском окружењу.

Повратне информације које позитивно утичу на постигнуће повезане су са процесом саморегулације (Meusen-Beekman, Joosten-ten Brinke & Boshuizen, 2016), а учење подржано рачунаром у великој мери може укључивати процесе као што су активација претходног знања, метакогнитивно праћење, регулација и рефлексивност (Quintana, Zhang, & Крајсик, 2005 према Roll, Alevan, McLaren, & Koedinger, 2007). Због тога, потребно је утврдити и како симулације различитог нивоа интерактивности у комбинацији са различитим облицима повратних информација утичу на процену употребе (мета)когнитивних стратегија приликом употребе оваквог софтвера у настави.

Узимајући у обзир претходно наведено, поред поменутих циљева ове дисертације, циљ је и утврдити ефекте три модела примене проблемски оријентисаног софтвера који садржи симулације (различитог нивоа интерактивности) у комбинацији са електронским и традиционалним повратним информацијама, како на концептуално разумевање ученика, тако и процену употребе (мета)когнитивних стратегија приликом употребе софтвера. У овој дисертацији евалуиране су варијације образовног софтвера за изучавање садржаја у области физике.

Из наведених циљева дисертације проистекле су и претпоставке на којима су истраживања заснована. У оквиру дисертације спроведена су три емпиријска истраживања.

Истраживање које се односи на утврђивање разлика у процени ставова ученика различитог узраста према програмирању и code.org платформи базира се на претпоставкама да постоје значајне разлике између ученика различитог узраста у процени ставова према програмирању након употребе платформе за учење програмирања, као и да постоје значајне разлике у успешности приликом решавања задатака између млађих и старијих ученика.

Истраживање чији је циљ утврђивање тешкоћа са којима се ученици сусрећу, као и грешака које праве приликом решавања задатака у контексту програмирања је експлоративног типа, због чега су уместо хипотеза постављена истраживачка питања која се односе на: начин на који ученици исказују неразумевање програмерских концепата, односно грешке које праве; тешкоће у примени аналогија и других стратегија решавања проблема; тенденцију ка решавању проблема случајним покушајима; и тешкоће у идентификацији и примени другачијих приступа решавању проблема.

Треће истраживање које има за циљ утврђивање разлика у ефектима примене различитих образовних софтвера за изучавање садржаја у области природних наука на концептуално разумевање ученика, као и процену употребе (мета)когнитивних стратегија, заснива се на претпоставкама да виши ниво интерактивности и електронске

повратне информације могу имати другачије ефекте на концептуално разумевање ученика у односу на софтвер нижег нивоа интерактивности и традиционалне повратне информације. Такође, претпоставља се да постоје разлике у процени ученика о употреби (мета)когнитивних стратегија у зависности од типа повратних информација које су добијали, као и то да су те процене повезане са процењеном корисности добијених повратних информација.

Очекује се да ће резултати спроведених истраживања обухваћених дисертацијом допринети добијању јаснијих одредница у вези планирања учења уз помоћ софтвера у области програмирања, природних и техничких наука, како у разредној, тако и предметној настави. Резултати евалуације ефеката различитих наставних модела примене образовног софтвера у настави би требало да имају практичног значаја за њихову имплементацију и побољшање ефеката учења. Јаснија слика о томе који елементи образовног софтвера могу поспешити процес учења, може прецизније и одредити начин примене одређеног модела учења.

Утврђивање начина размишљања ученика и процес решавања проблема је почетни корак у планирању садржаја и наставних активности. У контексту учења програмирања, учитељ/наставник мора бити упознат са којим тешкоћама се ученици могу сустрети како би што успешније имплементирао технологију и прилагодио циљевима учења. Очекује се да ће анализа грешака које ученици праве приликом решавања задатака у контексту програмирања, идентификација проблематичних корака приликом решавања проблема, као и одређених понашања ученика посматраних са аспекта (мета)когнитивних процеса, допринети планирању наставе у овој области са ученицима разредне наставе.

### 1.3. Структура дисертације

У наставку је описана структура дисертације.

У првом поглављу дисертације, објашњени су сврха и циљеви истраживања теме којом се дисертација бави. Објашњени су мотиви за спровођење истраживања у овој области, као и очекивани доприноси дисертације кроз описе претпоставки на којима се истраживања заснивају. На крају уводног поглавља, представљена је структура дисертације.

У другом поглављу приказане су теоријске основе на којима се заснива предмет дисертације. Поглавље је подељено у више мањих целина које уз преглед досадашњих сродних истраживања заједно чине теоријску анализу аспеката повезаних са истраживачким проблемима дисертације. У првом делу поглавља дат је приказ три типа образовног софтвера који се могу користити у настави са ученицима различитог узраста: софтвери за учење програмирања, симулације (виртуелне лабораторије) и Web 2.0 алати. У другом делу поглавља приказане су релевантне теорије учења и објашњен је концепт саморегулације учења. Потом је описан утицај могућих фактора на ефикасност употребе образовног софтвера, улога учитеља/наставника у њиховој примени, улога апликативних софтвера у развоју дигиталне и научне писмености, концепт дигиталне писмености ученика, као и теоријски аспекти решавања проблема код ученика у току основног образовања. Последњи део овог поглавља посвећен је утицају иницијалног образовања учитеља/наставника на имплементацију образовног софтвера у настави које у великој мери може утицати на ефикасност њихове примене.

Треће поглавље дисертације подељено је на три целине. У првом делу поглавља описани су конкретни модели примене code.org платформе, симулација и Web 2.0 алата у разредној настави који имају за циљ развој рачунарског начина размишљања, али и научне и комуникационе писмености. У другом делу овог поглавља описана је методологија спроведеног емпиријског истраживања које се односи на испитивање ефеката примене code.org платформе за учење програмирања на ставове ученика различитог узраста (од првог до четвртог разреда) према програмирању и овој платформи узимајући у обзир успешност у решавању проблема млађе и старије групе ученика. У овом делу приказани су резултати истраживања, као и дискусија о резултатима и закључци. У трећем делу овог поглавља представљено је експлоративно истраживање које има за циљ да утврди начине решавања проблема код ученика четвртог разреда у контексту програмирања, као и тешкоће са којима се ученици сусрећу у том процесу. Поред тога, циљ је испитати и манифестације одређених понашања приликом решавања проблема. У овом делу резултати добијени комбинацијом квалитативних и квантитативних извора података објашњени су кроз дискусију у истом поглављу. Након тога су дата закључна разматрања, као и резиме целог трећег поглавља.

Четврто поглавље бави се моделима примене апликативног софтвера у настави са ученицима у другом циклусу основног образовања, као и иницијалном и/или формалном образовању учитеља/наставника. Неопходно је у обзир узети и утицај примене технологије у току свих нивоа образовања наставника/учитеља на њихове ставове према употреби ових технологија, али и вештине, због чега се ово поглавље фокусира на два актера наставе - ученика и учитеља/наставника. Најпре су описана три модела примене образовног софтвера за усвајање садржаја из области природних наука који садржи виртуелне лабораторије (симулације) у комбинацији са тестирањем и елаборираним повратним информацијама (електронским или традиционалним). Након тога је дат преглед примера модела примене Web 2.0 алата у иницијалном или формалном образовању учитеља/наставника који имају за циљ поспешивање наставничких компетенција за имплементацију технологије у настави. Потом је приказано реализовано истраживање које има за циљ евалуацију ефеката примене три различита образовна софтвера у области природних наука на узорку ученика осмог разреда. Један део приказаних резултата односи се на ефикасност примене поменутих модела на концептуално разумевање садржаја из области физике, други на процену употребе (мета)когнитивних стратегија приликом њихове употребе, а треће на повезаност између категорија (мета)когнитивних стратегија и процене корисности повратних информација које су ученици добијали кроз примену три модела учења. Свако истраживање садржи засебно поглавље са дискусијом о резултатима. На крају поглавља су представљена закључна разматрања као и резиме целог четвртог поглавља.

У петом поглављу описани су научни и практични доприноси дисертације, импликације за наставу и будућа истраживања и наведени су главни закључци дисертације.

## 2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ

У овом поглављу приказане су теоријске основе на којима се заснива креирање и употреба различитих модела примене апликативних софтвера. Најпре су анализирани могућности примене софтвера за учење програмирања за децу, симулација, односно виртуелних лабораторија и Web 2.0 алата. У другом делу овог поглавља је дат преглед педагошких и психолошких теорија релевантних за планирање, креирање и употребу наведених категорија софтвера у настави. У поглављу су приказане теоријске основе теорија учења као што су теорија обраде информација, конструктивистичке теорије, теорија когнитивног оптерећења, мултимедијалног учења и теорија конективизма. Поред тога, једно поглавље посвећено је саморегулисано учењу и његовим компонентама, а са којим су повезани истраживачки проблеми дисертације.

Како примена апликативних софтвера сама по себи не мора имати позитивног утицаја, представљени су фактори који могу утицати на ефикасност њихове примене, као и улоге учитеља као важног актера у процесу планирања учења подржаног рачунаром. Потом је описан концепт дигиталне компетентности ученика, а у вези са тим су анализирани и вештине решавања проблема код ученика и њихов развој и улога едукативних софтвера у развоју научне и дигиталне писмености. У последњем подпоглављу, указано је на утицај образовања будућих наставника/ учитеља на њихово професионално деловање и имплементацију иновација у наставном процесу, као и могући начини за њихово оспособљавање за примену технологије у настави.

### 2.1. Апликативни и едукативни софтвери – врсте, улога и значај

Апликативни софтвер представља извршни програм намењен крајњем кориснику рачунара чија употреба не мора нужно захтевати поседовање информатичких вештина на високом нивоу. У литератури се издваја неколико категорија апликативних софтвера (Ламбић, 2012): апликативни софтвер за канцеларијску употребу (софтвери за обраду текста, слике или видеа, књиговодствени софтвери); софтвери уже намене чија се највиша функционалност постиже модификацијом програма за одређене потребе; програмски пакети који се састоје из више апликација које углавном имају сличан изглед, начин функционисања и често су компатибилне; предузетнички софтвери који се користе у пословним системима и едукативни софтвери.

Едукативни софтвери су апликативни софтвери који имају улогу да олакшају процес учења, усвајање одређених концепата или вештина. У овој дисертацији едукативни софтвери разврстани су према следећој намени - симулације (виртуелне лабораторије) чије је основна намена да кроз упрошћен приказ олакшају разумевање природних појава, софтвери за усвајање одређених вештина (нпр. математичких или програмерских) и Web алати за колаборативно учење и размену знања.

Свака од наведених категорија може имати важну улогу у различитим аспектима наставног процеса и различитим наставним етапама, због чега су у наставку анализирани поменуте категорије софтвера, као и могућност њихове употребе.

#### 2.1.1. Софтвери намењени за учење програмирања

Писање синтаксе и употреба програмских језика се у контексту стицања програмерских вештина све више замењује графичким окружењима. Графичка окружења омогућавају ученицима да се фокусирају на дизајн и логику уместо на писање синтаксе и сам програмски језик. Платформе које омогућавају визуелно програмирање и употребу блокова за састављање кодова (техником превлачења) (Kalelioğlu, 2015) могу помоћи у развоју основних вештина рачунарског размишљања (Kumar, 2014). Развој вештина

употребе стратегија решавања проблема које даље воде развијеном логичком и критичком размишљању, најизраженији је кроз учење програмирања (Su, Yang, Hwang, Huang, & Tern, 2014) због чега значај програмерских вештина добија шири контекст.

Укључивање програмерских активности у настави доприноси (Israel et al., 2015): креирању окружења за учење математике, развоју вештина за алгоритамско решавање проблема, колаборативно истраживање; развијању вештина размишљања; позитивним ставовима према рачунарским наукама. Програмирање се заснива на метакогнитивним вештинама укључујући повезивање старих информација са новим, одабир стратегија, планирање, праћење и евалуацију процеса размишљања, разлагање проблема у мање сегменте (DePryck, 2016), а које представљају ваљану основу за изучавање других садржаја.

Постоје бројна графичка окружења за учење програмирања од којих ће у овом поглављу бити описани code.org, Scratch, Alice и Kodu. Бројна истраживања указују на то да употреба графичких окружења позитивно утиче на ставове деце према програмирању, код деце различитих узроста (Bers, Flannery, Kazakoff, & Sullivan, 2014; Kalelioğlu & Gülbahar, 2014).

**Code.org** (code.org) је један од алата за учење програмирања организован кроз курсеве који су намењени деци најразличитијег узроста, а који се могу користити чак и са децом предшколског узроста. Оно што је специфично за ову платформу је то што од ученика захтева решавање конкретних задатака који су обухваћени курсевима. Задаци су конципирани као мини игре што ово окружење чини веома занимљивим за ученике млађег узроста. Такође, задаци су тематски структурирани као путање кроз које ученици пролазе решавајући задатке различите тежине. Прелазак на теже задатке није условљен решавањем лакших задатака. Свака путања представља један програмерски концепт као што су петље, услови, секвенцијално програмирање итд. у зависности од изабраног курса (Слика 2.1-1). Такође је корисно што курсеви садрже задатке који се заснивају на проналажењу грешака у програму што може олакшати разумевање кода. Након што ученици додају блокове, могу проверити тачност свог решења задатка извршавањем програма корак по корак или у целости у занимљивом графичком окружењу.

### Course E (2018)

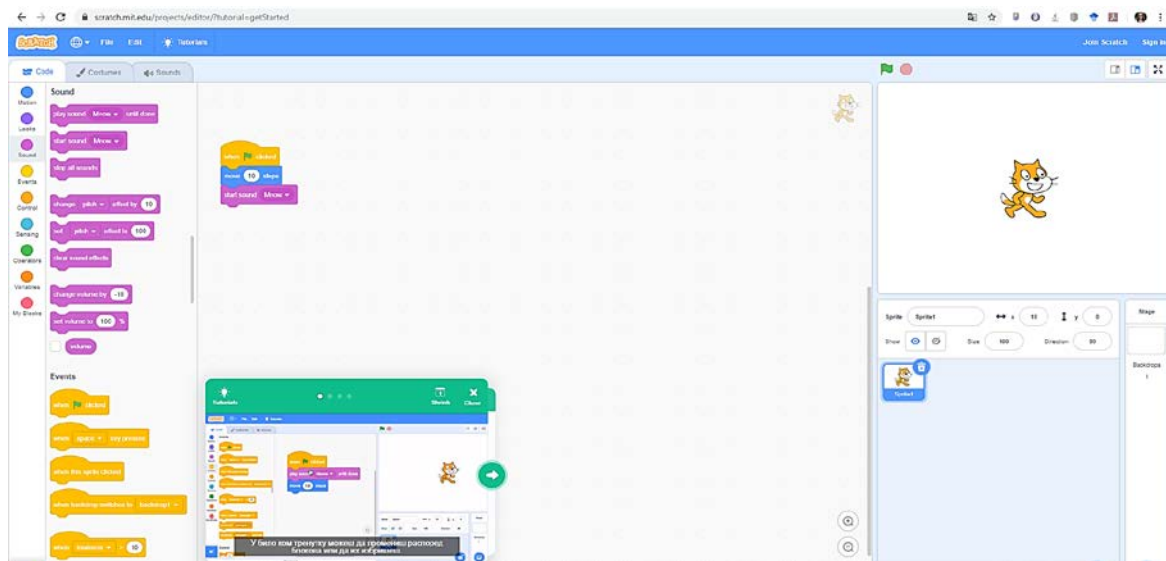
Start coding with algorithms, loops, conditionals, and events and then you'll move on to functions. In the second part of this course, design and create a capstone project you can share with your friends and family.

Lesson Name	Напредак
1. Моји роботски пријатељи	Активност ван мреже
2. Coding with Comments	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
3. Изградња темеља	Активност ван мреже
4. Debugging with Scratch	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
5. Creating Art with Code	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
6. My Loopy Robotic Friends	Активност ван мреже
7. Drawing Shapes with Loops	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
8. Nested Loops in Maze	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
9. Nested Loops with Frozen	1 2 3 4 5 6 7 8 9

Слика 2.1-1 Изглед курса code.org платформе намењен за ученике трећег разреда

Резултати истраживања су указали на то да су ученици развили позитивне ставове према програмирању након употребе Code.org (Kalelioğlu, 2015; Theodoropoulos, Antoniou, & Lerougas, 2016). Међутим, иако је употреба ове платформе позитивно утицала на ставове ученика четвртог разреда према програмирању, није дошло до напретка у вештинама решавања проблема (Kalelioğlu, 2015). До сличних резултата, долазе и аутори друге студије који налазе позитиван утицај употребе ове платформе на ставове према програмирању, али не и на развој програмерских вештина (Du, Wimmer & Rada, 2016). Студија са ученицима петог и шестог разреда који су користили Code.org у пару указала је на то се ученицима свидело програмирање и учење у пару (Theodoropoulos, Antoniou & Lerougas, 2016). Међутим, аутори ове студије тврде да су ученици провели недовољно времена учећи програмирање употребом ове платформе због чега нису били мотивисани да учење наставе код куће.

**Scratch** (<https://scratch.mit.edu>), развијен од стране истраживачке групе на MIT Media Lab-у (Lifelong Kindergarten research group), такође је један од најпопуларнијих алата за учење програмирања намењен ученицима и основног и средњег образовања. За разлику од Code.org који се заснива на секвенцијалном, вођеном решавању задатака, Scratch је отвореније окружење које ученицима омогућава да самостално креирају своје пројекте додавањем ликова и цртежа, као и креирањем прича и игара комбиновањем мултимедијалних елемената (Слика 2.1-2). Блокови су категорисани према намени и боји ради лакшег сналажења приликом њиховог одабира и дефинисани су као кретање, изглед, звук, оператори, варијабле, контроле и догађаји. Поред тога, Scratch омогућава дељење пројеката које могу прегледати и други корисници платформе. Такође, и ова платформа омогућава проналажење грешака у написаном програму његовим извршавањем.

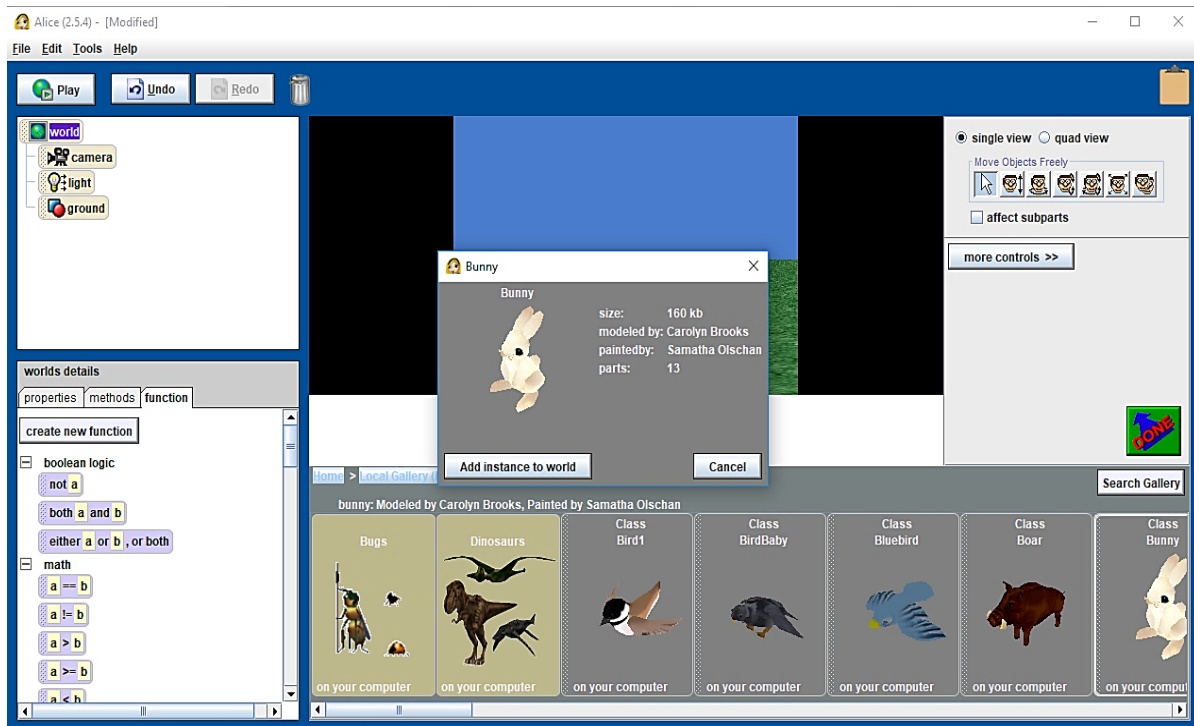


Слика 2.1-2 Изглед програмског окружења Scratch

Ефекти употребе овог алата евалуирани су од стране бројних аутора са аспекта мотивације ученика (Ouahbi, Kaddari, Darhmaoui, Elachqar, & Lahmine, 2015), емоционалног аспекта, усвајања програмерских концепата (Wilson & Moffat, 2010) и развоја вештина решавања проблема (Lai & Yang, 2011 према Calao, Moreno-León, Cogrea, & Robles, 2015). Аутори налазе да употреба овог алата доприноси развоју програмерских, математичких и аналитичких вештина, као и вештина решавања проблема (Calder, 2010, Genç & Karakus, 2011 према Korkmaz, 2018), на усвајање научних садржаја код ученика петог разреда (Lai & Lai, 2012, према Calao et al., 2015),

као и на учење Енглеског језика (Moreno-León & Robles, 2015). Ипак, постоје и налази да употреба Scratch алата није побољшала вештине решавања проблема, али да су ученици били самоуверенији када су у питању вештине решавања проблема и да су били заинтересовани за учење програмирања (Kalelioğlu & Gülbahar, 2014). У литератури се такође налазе позитивни ефекти примене ScratchJr (<http://www.scratchjr.org/>) алата намењеног деци (5-7 година) који је значајно једноставније структуре од Scratch-a, а омогућава креирање прича и игара (Papadakis, Kalogiannakis & Zaranis, 2016).

**Alice** (<https://www.alice.org/>) је тродимензионално визуелно графичко окружење за учење програмирања које покрива концепте објеката, класа, наслеђивања, услова, петљи, варијабли, низова, догађаја и сл. (Слика 2.1-3).



Слика 2.1-3 Програмско окружење Alice – додавање објеката

Састављање програма такође се врши слагањем блокова. Због тога што не захтева писање синтаксе, креирање анимација и игара у Alice окружењу је једноставно, а показало се и да се ученицима свиђа богато визуелно окружење (Sykes, 2007).

**Kodu** (<https://www.kodugamelab.com/>) је визуелно програмско окружење које омогућава креирање и играње игара, као и прича обогатених мултимедијалним садржајима. За разлику од претходно описаних алата, Kodu уместо блокова за писање програма користи иконице које се слажу одређеним редоследом како би се дефинисала одређена правила и услови. Приликом употребе ове платформе, ученици могу уређивати већ постојеће игре чиме им је олакшан процес учења или креирати своје. Окружење омогућава поставке објеката, звука и амбијента при чему су обухваћени концепти објеката, варијабли, услова, наслеђивања, алгоритама, Булове логике и тако даље. Алат омогућава креирање независних програмских реченица организованих по страницама које се могу повезивати у зависности од постављених услова при чему се свака реченица састоји од услова (када) и радње (Слика 2.1-4). Kodu подржава изометрични тродимензионални приказ објеката због чега богато визуелно окружење може бити веома привлачно за млађе ученике (Слика 2.1-5). Објектима се могу додати својства и понашања у зависности од типа објекта.



Слика 2.1-4 Испрограмирана акција за објекат „Коду“



Слика 2.1-5 Интеракција додатих објеката у визуелном окружењу

Истраживање је показало да су ученици кроз употребу овог алата показали вештине решавања проблема и креативног размишљања, али и стекли позитивне ставове (Fowler, 2012).

### 2.1.2. Симулације – виртуелне лабораторије

Симулације или виртуелне лабораторије представљају софтверска решења која имају за циљ да упрошћено прикажу природне појаве које су недоступне или нису видљиве голим оком. Поред тога, симулације омогућавају управљање одређеним параметрима чиме се може утврдити однос између одређених физичких величина, као и њихова својства, карактеристике и понашања у зависности од постављених услова окружења и других параметара. Примена симулација у образовању заснива се на бројним теоријама учења које су међусобно повезане, од којих се посебно могу издвојити конструктивистичке теорије учења, теорије когнитивног оптерећења и учење путем открића (Кузмановић и Ламбић, 2017).

Бројни аутори наглашавају значај учења путем открића приликом учења уз помоћ симулација (Zacharia et al. 2015). Када ученици изучавају неку природну појаву неопходно је да идентификују проблем, поставе хипотезе, анализирају добијене податке, закључују и евалуирају свој процес учења (Zacharia et al. 2015). Приликом постављања хипотеза, ученици развијају концептуални модел за изучавану појаву који могу проверити употребом експеримента (Кузмановић и Ламбић, 2017). Употреба симулација, нарочито са ученицима током основног образовања, неизоставно захтева укљученост наставника у увођењу ученика у активности експерименталног учења, као и подстицање ученика на дискусију о резултатима активности приликом чега се посебно истиче значај процеса опсервације (Kong, Yeung & Wu, 2009 према Кузмановић и Ламбић, 2017). Опсервирањем ученици стичу вештине неопходне за даљи развој научно-



истраживачких способности. Сходно томе, могу се издвојити следеће фазе учења уз помоћ симулација (Zacharia et al. 2015; Кузмановић и Ламбић, 2017): оријентација (увођење у проблем); упознавање ученика са варијаблама приликом чега се могу издвојити фаза питања (одређивање веза између варијабли) и фаза поставке хипотезе (уколико већ постоји разумевање односа између параметара); фаза истраживања приликом чега ученик може експериментисати (подразумева неколико варијабли обухваћених хипотезом) и истраживати са више параметара (у случају тражења више релација између њих) у зависности од изабране подфазе у претходној фази, приликом чега ученик врши интерпретацију података или утврђује однос између варијабли; фаза закључивања којом се проверава тачност постављених хипотеза или разумевања варијабли; и фаза дискусије која укључује размену искустава и знања са другима, а подразумева фазу комуникације (представљање својих налаза и слушање других) и рефлексije у циљу евалуације.

Наведене фазе учења веома су повезане са вештинама саморегулисаног учења које укључује (мета)когнитивне процесе, мотивационе и афективне компоненте учења (Pintrich, 1999). Метакогниција која се карактерише као свест о процесу учења од великог значаја је за процес одлучивања, праћења и прилагођавање стратегија, а самим тим и планирања које даље усмерава процес учења (Zimmerman, 2002). Са друге стране, симулације могу имати позитивног ефекта на ставове ученика чиме се подстиче и интересовање, мотивација и ангажовање (Chen, Chang, Lai & Tsai, 2014 према Кузмановић и Ламбић, 2017).

У контексту учења уз помоћ симулација, издвајају се две основне димензије учења, а то су вођење и когнитивна димензија (Fang & Hsu, 2017 према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Димензија вођења подразумева инструкцију и организацију, док се когнитивна димензија може даље поделити у четири категорије: концептуалну, епистемичку, социјалну и технолошку. Концептуална димензија подразумева давање објашњења од стране наставника у вези са концептом који се изучава, охрабривање ученика да размишљају на вишем когнитивном нивоу и продубе разумевање, резимирање садржаја, евалуацију разумевања ученика и повезивање постојећег знања са свакодневним искуством. Епистемички аспект подразумева да наставник даје могућност ученицима да опсервирају, дају објашњења, резимирају и проверавају своје хипотезе. Социјални аспект укључује дискусију о садржају и размену идеја, док технолошки аспект подразумева давање упутства о употреби софтвера.

Важност симулација се посебно истиче у контексту поспешивања концептуалног разумевања како садржаја, тако и самог експеримента (Balamuralithara & Woods 2009, de Jong, Linn, & Zacharia 2013, Kollöffel & de Jong 2013, Sarabando, Cravino, & Soares 2014; према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). У литератури се често срећу дискусије о томе да ли виртуелне лабораторије могу заменити традиционалне, од чега зависи ефикасност оба приступа и када их је корисно комбиновати. Показало се да симулације позитивно утичу на учење мање сложених појава када ученици имају лошије предзнање, док ученици који поседују виши ниво познавања садржаја успешније уче уз помоћ комплекснијих апстракција (Olymriou, Zacharias & De Jong, 2013). Поред налаза да употреба симулација има позитивнијег утицаја на концептуално разумевање у односу на употребу традиционалних лабораторија, постоје и тврдње да је симулације корисно користити у комбинацији са традиционалним активностима (Lazonder & Ehrenhard, 2014). На тај начин, симулације представљају припрему за традиционалне активности, односно стварање бољег когнитивног фокуса за спровођење експеримента у реалним

условима (Olympiou & Zacharia, 2012). Такође, постоје студије у којима нису показане разлике у ефектима примене виртуелних и традиционалних лабораторија (Zacharia et al. 2015). Резултати метаанализе која се бавила испитивањем ефеката примене симулација (Brinson, 2015 према Кузмановић и Ламбић, 2018) указују на то да скоро све студије које су се бавиле ефектима примене различитих типова лабораторија налазе позитивне или једнаке ефекте примене виртуелних и традиционалних лабораторија.

У литератури се често наводи значај повратних информација које ученици добијају приликом употребе виртуелних лабораторија и њиховог ефекта на концептуално разумевање ученика (Furberg, 2016, Sarabando et al. 2014 према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Информационо-комуникационе технологије обезбеђују различите типове повратних информација као што су информације о тачности датог одговора, укупном резултату и елабориране повратне информације. Елабориране повратне информације се могу категорисати у неколико основних категорија (Maier, Wolf, & Randler, 2016): елабориране повратне информације за конкретан задатак када су ученици у прилици да виде решење или објашњење за одређен задатак; у облику објашњења заснованих на постојећем материјалу; и објашњења која превазилазе оквире садржаја са којима су ученици већ упознати. Елабориране повратне информације уобичајено указују на тачне или нетачне одговоре, као и објашњења зашто је одређен одговор тачан/нетачан. У зависности од тога да ли је ученику дозвољено да више пута решава задатке на које је дао нетачан одговор, могу се издвојити тестови са једним и више покушаја што додатно одређује посебан контекст и намену повратних информација.

Узимајући у обзир време давања повратних информација могу се издвојити тренутне и одложене повратне информације (Shute, 2008). Тренутне повратне информације се приказују одмах након сваког датог одговора, док се одложене приказују након комплетирања целокупног теста или одређеног блока задатака. Не постоје једнообразна размишљања о томе који облик повратних информација је ефикаснији због разноликости контекста у којима се користе. На пример, постоје тврдње да су тренутне повратне информације ефикасније у процесу учења јер се тиме спречава задржавање погрешних информација у дугорочној меморији, али и да одложене повратне информације смањују проактивну инхибицију, тј. спречавају интерференцију тачних и погрешних информација (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Такође, постоји и размишљање да су одложене повратне информације корисније за теже задатке јер они захтевају више времена за обраду информација (Yuan & Kim, 2015). Други сматрају да су одложене повратне информације погодније за концептуалне задатке, док су тренутне повратне информације погодније за стицање процедуралних вештина (Corbett & Anderson, 2001 према Roll, Alevan, McLaren, & Koedinger, 2007).

Други модел (Hattie & Timperley, 2007) разликује четири нивоа на које се повратне информације могу усмерити. То су личност, задатак, процес и регулациони ниво. Повратне информације усмерене на личност најчешће се односе на похвале, док ниво усмерен на задатак подразумева давање информације о тачности одговора. Повратне информације усмерене на процес подстичу ученика на завршавање задатка, док се повратне информације на регулационом нивоу односе на процесе размишљања ученика и самооцењивања. Повратне информације усмерене на задатак имају позитивне ефекте на употребу стратегија саморегулације (Voerman, Meijer, Korthagen & Jan Simons, 2012 према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019), мада постоје и налази да повратне информације усмерене на личност немају позитивног утицаја на учење (Shute, 2008). Други аутори (Van der Kleij et al., 2012) интегришу претходно два наведена модела и у директну везу

доведе знање о резултатима и знање о тачним одговорима са нивоом задатка, док елаборациони ниво доведе у везу са сва четири нивоа повратних информација (личност, задатак, процес и регулација). При томе, у обзир узимају и време повратних информација. Други аутори акценат разликују циљно оријентисане повратне информације, процесне повратне информације и повратне информације са освртом на исходе (Baadte & Schnotz, 2014). У складу са претходно наведеним нивоом процеса, процесне повратне информације имају за задатак да ученике информишу о постигнућу и усмере на даље учење и као такве имају функцију елаборационих и верификационих повратних информација. Повратне информације оријентисане на исход информишу о збирним резултатима, док повратне информације са циљном оријентацијом имају улогу да управљају селекцијом ученичких задатака сходно тежини и дају сигнал уколико ученик одабере задатак (ако је то системом подржано) који је једноставнији од претходно решеног тежег задатка. Истиче се значај и персонализованих повратних информација у адаптивном систему при чему у зависности од одговора ученика ситем даје повратну информацију у виду процедуралних или концептуалних смерница и објашњења (Narciss et al., 2014). Аутори тврде да се позитиви ефекти повратних информација могу очекивати једино уколико ученик разуме повратну информацију и уколико је вешт да је употреби (Price, Handley, Millar & O'Donovan, 2010 према Mulliner & Tucker, 2015).

Бројне студије указују на позитивније ефекте примене елаборираних повратних информација и објашњења тачних одговора (Meyer, Wijekumar et al. 2010) у односу на информације о тачности одговора (Van der Kleij et al. 2012) или лекцију која не садржи никакве повратне информације (Maier, Wolf, & Randler 2016). Ипак, повратне информације не морају увек имати позитивне ефекте о чему сведочи метаанализа истраживања којим је утврђено да је више од једне трећине ефеката повратних информација негативно утицало на процес учења (Kluger & DeNisi, 1996 према Baadte & Schnotz, 2014). Друго истраживање показало је да не постоје разлике у ефектима примене елаборираних и једноставних повратних информација (Elder & Brooks, 2008). Аутори метаанализе који су се бавили испитивањем ефеката повратних информација на циљеве учења дошли су до налаза да је приликом употребе симулација најпогодније користити елабориране повратне информације за концептуалне задатке, док је за процедуралне задатке најбоље користити повратне информације које информишу о тачним одговорима (Merchant, Goetz, Cifuentes, Kennicutt & Davis, 2014). Истраживање које је имало за циљ да провери ефикасност тестирања у области физике путем задатака вишеструког избора на вештине решавања проблема у физици показало је да проблемски задаци позитивно утичу на процес учења, а нарочито када су ти задаци пропраћени повратним информацијама о тачним одговорима (Huang, Chen, Wu & Chen, 2015 према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Исто истраживање показало је и да су позитивнији ефекти када се интегришу проблемски задаци (са вишеструким избором) са повратним информацијама и када се они ученицима предствљају у току самог решавања проблема. И друга истраживања показала су да повратне информације оријентисане на процес дају позитивније ефекте на постигнуће и интересовање за учење у односу на повратне информације које су оријентисане на оцене и укупан резултат (Harks, Rakoczy, Hattie, Besser & Klieme, 2014). Овај резултат је у складу са осталим истраживањима који потврђују позитивне ефекте елаборираних повратних информација усмерених на процес учења и употребу различитих стратегија за решавање проблема. Ипак, постоје тврдње да елабориране повратне информације нису најприкладније

решење у свим ситуацијама учења (Golke, Dörfler, & Artelt, 2015). Тако, аутори тврде и да сложенији задаци захтевају сложеније повратне информације (Maier, Wolf, & Randler 2016).

Због сложености и великог броја варијација повратних информација, ефекти примене формативног проверавања зависе од великог броја фактора као што су садржај и време давања повратних информација, садржај који се изучава, тежина задатака, али и личне карактеристике ученика (мотивација, циљеви учења и сл.) (Maier, Wolf, & Randler, 2016). Сprovedена метаанализа указује на то да постоје позитивни ефекти повратних информација када се користе у изучавању природних наука (Kingston & Nash, 2011 према Maier, Wolf, & Randler, 2016). Аутори метанализе тврде да на ефикасност повратних информација веома утичу карактеристике садржаја, као и тип повратних информација. Тако налазе да је њихов позитиван утицај већи када се користе у комбинацији са једноставнијим задацима. Друга студија указује на то да студенти који су елабориране повратне информације и информације о тачности задатка проценили као корисне, постигли боље резултате у односу на студенте који су елабориране повратне информације оценили као мање корисне или оне који нису добили никакве повратне информације (Maier, Wolf & Randler, 2016). Исти аутори тврде да обим повратних информација такође може утицати на ефикасност њихове примене, као и заинтересованост ученика за читање и обраду добијених повратних информација. Сходно томе, истраживање које се бавило тим питањем показало је да се ученици углавном фокусирају на повратне информације које се односе на нетачне одговоре, док четвртина ученика не придаје пажњу повратним информацијама уопште (Timmers & Veldamp, 2011). Ипак, показало се да ове варијабле зависе и од тежине задатке и дужине теста.

О важности контекста примене повратних информација сведоче и резултати студија које налазе да су елабориране повратне информације ефикасније у односу на информације о тачним одговорима када се користе у комбинацији са чињеничним, концептуалним и процесним смерницама, док су информације о тачним одговорима ефикасније од елаборираних повратних информација када се користе у комбинацији са смерницама за примену у реалним ситуацијама, при чему на њихову ефикасност може утицати и способност ученика (Narciss & Huth, 2004, Law & Chen, 2016 према Ђорић, Lambić & Јовановић, 2019). На пример, елабориране повратне информације могу имати позитивнији учинак на ученике са лошијим предзнањем, док једноставнији тип повратних информација може бити кориснији напреднијим ученицима. Међутим, постоје и налази да ученици нису у могућности да интерпретирају и употребе добијене повратне информације (Mulliner & Tucker, 2015). Разлог овоме може бити недостатак интеракције између наставника и ученика због чега се оставља отворено питање у којим наставним ситуацијама у зависности од карактеристика ученика је најпогодније користити одређене типове повратних информација.

Када је реч о употреби симулација у комбинацији са повратним информацијама, такође постоје различите варијације њихове примене. На пример, поједини аутори у својим студијама користе повратне информације о укупном резултату и тачним/нетачним одговорима у комбинацији са симулацијом за учење Њутновог закона (Huang, Chen, Wu, & Chen 2015 према Ђорић, Lambić & Јовановић, 2019), као и задатке вишеструког избора са једноставним повратним информацијама о тачности задатка у комбинацији са примерима решења задатака за изучавање садржаја из области хемије (Yaman, Nerdel, &

Bayrhuber, 2008 према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Други испитују ефекте примене елаборираних процедуралних и концептуалних повратних информација у комбинацији са софтвером који садржи лекцију о разломцима (Narciss et al., 2014). Софтвер је конципиран тако да ученици имају три покушаја да пронађу грешку у понуђеном решењу, а након трећег покушаја или датог тачног одговора софтвер приказује пример решења. Студије указују и на то да су се симулације које су садржале смернице и мени са хипотезама показале као ефикасније у односу на виртуелно окружење које је садржало детаљно корак по корак упутство о спровођењу експеримента (Chang, Chen, Lin, & Sung, 2008 према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Постоје и налази о позитивнијем утицају симулација са смерницама у облику питања и повратним информацијама о тачним/нетачним одговорима у односу на симулацију која није садржала смернице и која је пружала информације само о укупном резултату (Huang et al. 2015, према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Приликом испитивања ефеката елаборираних и једноставних повратних информација у комбинацији са симулацијом, показало се да су студенти који су користили елабориране повратне информације постигли боље резултате (Bernstein, Bekki, Wilkins, & Harrison 2016 према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019).

На основу претходно наведеног може се доћи до закључка да се не сме генерализовати ефикасност различитих типова повратних информација, нарочито када се оне користе у различитим контекстима учења. Са друге стране, може се закључити и да лекције које садрже повратне информације имају позитивнији учинак на учење и постигнуће у односу на учење без повратних информација. Дакле, приликом планирања формативног проверавања нарочито у електронском окружењу, неопходно је детаљно испланирати начин њихове примене сходно ситуацијама учења и карактеристикама ученика. Поред тога, како би се искористили максимални потенцијали употребе симулација у настави, корисно их је комбиновати са елементима формативног проверавања.

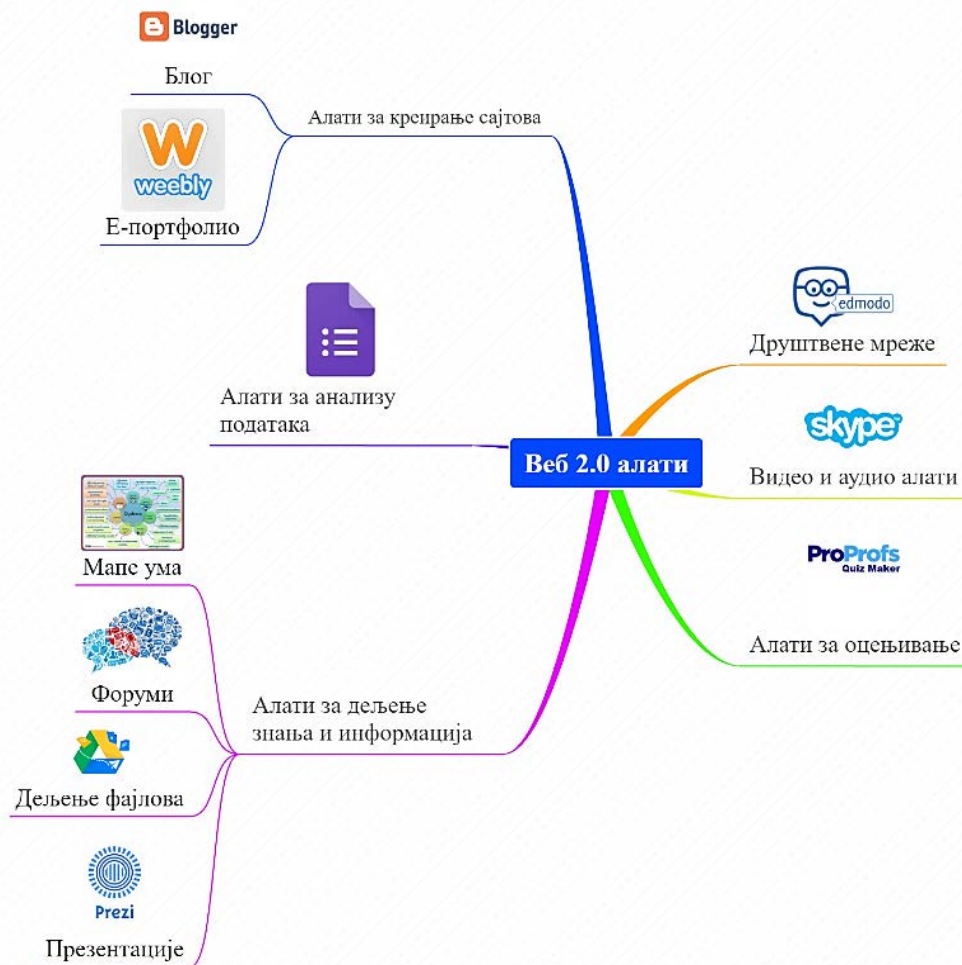
### 2.1.3. Web 2.0 алати у образовању

Web 2.0 технологије карактеришу се тиме што омогућавају корисницима једноставно додавање и мењање садржаја, колаборацију и комуникацију у циљу размене знања и информација. Употреба ових алата базира се на конструктивистичким теоријама учења (Brodahl, Hadjerrouit & Hansen, 2011, према Kuzmanović i Papić, 2017) због чега Web 2.0 алати имају значајну улогу у електронском окружењу учења. Резултати студија указују на то да активни наставници имају позитивније ставове према употреби образовних технологија у односу на будуће наставнике/учитеље, али да студенти позитивније вреднују корисност Web 2.0 технологија (Cakir, Yukselturk & Top, 2015).

Најшире посматрано, приликом употребе Web 2.0 алата могу се издвојити следеће категорије активности (Huang, Hood & Yoo, 2012 према Kuzmanović i Papić, 2017): читање и писање у колаборативном окружењу, учење уз помоћ интерактивних окружења као што су виртуелни светови или игре где се од корисника тражи висок степен мисаоног ангажовања и друштвене активности које се одвијају путем друштвених мрежа.

Ефикасност примене Web 2.0 алата углавном се вреднује у високом образовању. Метаанализа која је испитивала примену Web 2.0 технологија у високом образовању, указује на следеће аспекте испитивања ефеката (den Exter, Rowe, Boyd, & Lloyd, 2012): ангажовање у учењу, социјална интеракција у процесу учења, концептуално разумевање, критичко размишљање, конструктивистичко колаборативно учење и конструктивистичко индивидуално учење.

Web 2.0 технологију чини велики број алата различите и сличне намене доступних на интернету. На слици 2.1-6 дата је основна класификација Web 2.0 алата који се најчешће користе у образовне сврхе.



Слика 2.1-6 Мапа ума примера Веб 2.0 алата у контексту образовања

Многобројни су алати за креирање личних веб страница као што су [Edublogs](#), [Blogger](#) и други. У образовном контексту издвојене су следеће категорије ових алата: блог и е-портфолио.

**Блогови** представљају личне веб странице у виду дневника са хронолошким приказом корисничких уноса и коментара (Kuzmanović i Papić, 2017). Блогови су релативно једноставни за употребу због чега није неопходно поседовати висок ниво познавања технологије. У контексту образовања блогови имају дијалошку и конструктивистичку функцију са освртом на критичку анализу и саморефлексију (Hew & Cheung, 2013 према Kuzmanović i Papić, 2017). У вези са рефлексивним размишљањем издвајају се три нивоа комплексности размишљања (Ramos, 2010): основно размишљање које се заснива на преузимању информација из меморије; критичко размишљање које се заснива на реконструкцији и реорганизацији знања, дајући му смислено значење на основу анализе и евалуације; и креативно размишљање као највиши степен који се одликује генерисањем нових знања.

Блогови омогућавају додавање текста, линкова, тагова, фотографија, снимака, као и коментара. Због ових могућности у настави употреба блога може бити пропраћена следећим активностима (Churchill, 2009 према Kuzmanović i Papić, 2017): постављањем

обавештења и резимеа часа, праћењем развоја ученичких блогова и давањем повратних информација, усмеравањем на саморефлексију, разменом искустава и знања између ученика или ученика и наставника и слично.

Потенцијал блогова се најчешће истиче у високом образовању (Sim & Hew, 2010, према Valtonen et al., 2015). Преглед студија о ефикасности употребе блогова у току иницијалног образовања будућих наставника су неконзистентни. Поједине студије указују на то употреба овог алата подстиче рефлексију и аналитичност код студената (Yang, 2009), али и позитивне ставове према блогу као алату за учење и размену искустава (Kiliç & Gökdas, 2014). Међутим, постоје и налази да вршњачке повратне информације нису допринеле рефлексивном размишљању као што је то очекивано (Хе, Ке, Sharma, 2008 према Kiliç, & Gökdas, 2014). Други аутори налазе да су мотивација, ниво изазова и разумевање активности блоговања били значајни фактори за учешће у активностима подржаним блогом (Сакир, 2013).

**Електронски портфолио** (који може бити и у виду блога) такође се сматра алатом који је намењен за подстицање активног и рефлексивног размишљања. Садржај портфолија чини одабрану групу репрезентативних задатака, пројеката или активности изабраних на основу евалуације и анализе који представљају приказ напретка у одређеној области (Ching, Yang, Baek, & Baldwin, 2016). Други аутори наводе и следеће аспекте примене е-портфолија (Roberts, Maor & Herrington, 2016): синтезу, дељење мишљења и материјала, дискутовање, рефлексију, давање и примање повратних информација. Неки од алата за креирање портфолија су: [Google Sites](#), [Wix](#), [PortfolioGen](#), [About me](#), [Squarespace](#)...

Приликом креирања портфолија ученици могу развијати вештине размишљања на вишем когнитивном нивоу кроз активности селекције и организације пројеката/радова и интеграцију знања и вештина из једне или више области као што су познавање садржаја учења, вештина решавања проблема, доношења одлука и постављања циљева.

Портфолио има две основне функције (Mansvelder-Longayroux, Beijsaard, Verloop & Vermunt, 2010): приказ процеса учења кроз рефлексију о начину учења, решавању проблема и томе како се процес учења може побољшати, као и приказ коначног резултата учења или рада.

Портфолио је такође од великог значаја у наставничком образовању и професији. Процес рефлексије је кључни елемент у професионалном развоју наставника, а креирање наставничког портфолија може имати великог удела у томе (Struiven, Blicck, & De Roesck, 2014). Истраживања указују на то креирање портфолија позитивно утиче на метакогнитивне вештине студената (Meuer et al., 2010). Други налазе да употреба портфолија у комбинацији са смерницама о изради задатака и креирању е-портфолија подстиче рефлексивно размишљање студената (Roberts, Maor & Herrington, 2016). Праћењем употребе портфолија као алата за креирање лекције у области математике, аутори (Bairral & dos Santos, 2012) извајају развој следећих димензија: технолошке (коришћење различитих извора и софтвера), концептуалне (примењивање математичких садржаја, објашњавање решења, побољшање математичког размишљања) као и комуникационе димензије (развој вештина писања и коментарисања портфолија колега).

Студенти, будући наставници издвајају следеће предности употребе портфолија (Forawi, Almekhlafi, & Al-Mekhlafi, 2012):

- Портфолио им је помогао да документују своје радове, тако да могу вршити корекције у претходним верзијама радова;
- Побољшали су вештине критичког размишљања;

- Унапредили су вештине употребе технологије;
- Унапредили су вештине самоевалуације и организације;
- Унапредили су вештине процене напретка;
- Спремнији су за будући рад у наставничкој професији;
- Стекли су знања из предметне области и сл.

У контексту иницијалног образовања наставника, издвајају се две кључне предности употребе портфолија (Birgin, 2011):

- Прва се односи на то да се студенти упознају са конструктивистичким окружењем, развијају вештине вредновања процеса и крајњег резултата, постављања циљева учења кроз евиденцију о свом напретку и професионалном развоју чиме се посебно истиче рефлексивна функција портфолија;
- Друга подразумева да студенти разумеју принцип употребе портфолија и да га касније у пракси користе као алат за оцењивање и праћење постигнућа. На овај начин, кроз праћење постигнућа ученика и њихових портфолија и давање сугестија и сами наставници развијају вештине рефлексивне.

Алати за **анализу података** подразумевају алате за креирање анкета и колаборативну анализу података. Креирање упитника и анкета у настави може бити од велике користи уколико наставник врши истраживање при чему је потребно да анкетира ученике, друге наставнике, родитеље или ширу јавност. Такође, ови алати се могу користити за прикупљање података од ученика и самоевалуацију. Неки од алата који се могу користити у ове сврхе су: [SurveyMonkey](#), [Google Forms](#)... За колаборативну анализу података може се користити [Google Sheets](#) који омогућава заједнички преглед и рад у табелама.

**Алати за оцењивање** такође су један од важних Web 2.0 алата у контексту образовања. Електронско тестирање важан је елемент проверавања и оцењивања ученика. Употребом електронског тестирања, ученици могу добити повратне информације о свом постигнућу и датим одговорима, а наставницима је олакшан преглед задатака и анализа постигнућа. Неки од онлајн алата су: [ProProofs](#), [Class Maker](#), [Easy Test Maker](#)...

**Аудио и видео алати** који се користе у образовању могу бити различите намене и сврхе. На пример Skupe је сервис који омогућава конференцијске састанке путем видео позива, дељење докумената и размену порука. На овај начин, студенти или ученици могу радити на заједничким пројектима и размењивати решења. Skupe се сматра веома корисним колаборативним алатом у различитим контекстима учења. [YouTube](#) омогућава наставницима и ученицима да креирају и деле видео материјале у циљу учења или оцењивања. YouTube Video Editor омогућава комбиновање видеа, тримовање, додавање слика, превод текста, подешавање контраста, осветљења и сл. Слично, могу се користити алати за креирање лекција у облику видео материјала уз помоћ алата као што је [Edpuzzle](#) који омогућава генерисање нових видео материјала и коришћење већ препоручених са могућношћу уметања задатака за проверу знања затвореног и отвореног облика. Скринкаст материјали (Screencast) који се дефинишу као дигитално наснимљене активности на екрану, могу се користити у различите сврхе као што су демонстрација употребе различитих софтвера или излагање садржаја за концептуално разумевање (Kuzmanović i Parić, 2017). Видео туторијали могу поспешити усвајање теоријских знања и практичних вештина, али и омогућити ученицима да прилагоде учење својој динамици учења и преслушавања лекција.



**Друштвене мреже** се дефинишу као алати за колаборацију, дељење информација, комуникацију између корисника на удаљеним локацијама, а који имају заједничке циљеве, потребе или интересовања (Kuzmanović i Papić, 2017). Због тога друштвене мреже се све чешће помињу у контексту образовања (Kent & Leaver, 2014). Студије указују на повезаност академског постигнућа и учесталости употребе Facebook- а у образовне сврхе (Lambić, 2016). Поред Facebook- а, контексту образовања се често помиње и Twitter који се разликује од осталих друштвених мрежа по ограниченом броју карактера у објавама које се постављају. Друштвена мрежа намењена за примену у настави [Edmodo](#) омогућава дељење материјала, тестирање знања и комуникацију између наставника, учитеља и родитеља. Истраживања указују на позитивне ефекте примене ове друштвене мреже на ставове ученика (Al-Kathiri, 2015).

Иако сви Web 2.0 алати имају колаборативну улогу, може се издвојити посебно група алата намењена **размени информација и знања**. Постоји велики број тих алата, због чега ће у овом поглављу бити приказани само неки од њих.

[Google Docs](#) омогућава колаборативно уређивање докумената у реалном времену при чему је могуће додавати коментаре у самом документу. Истраживања су показала да је овај алат корисно колаборативно средство и да га студенти позитивно вреднују (Zhou, Simpson & Domizi, 2012).

**Форуми** су колаборативни алати који омогућавају асинхрону комуникацију, односно комуникацију која се не одвија у реалном времену, а заснивају се на постављању тема и давању коментара. Поједини аутори издвајају предности асинхроне комуникације јер се тиме студентима омогућаје да размисле о свом рефлексивном одговору (Hew & Cheung, 2013, према Kuzmanović i Papić, 2017). Форуми могу бити и алат за оцењивање, при чему наставник може процењивати квалитет коментара и дискусије, а њихов квалитет може зависити од броја учесника (Kuzmanović i Papić, 2017). Фактори који могу утицати на учешће у форумима у контексту електронског окружења су (Romero et al., 2013): претходно искуство са комуникацијом подржаном рачунаром, број учесника, интересовање за тему о којој се дискутује и познавање теме, као и карактеристике форума као алата.

[Prezi](#) је онлајн алат за креирање колаборативних презентација на основу понуђених шаблона атрактивног изгледа. Овај алат омогућава дељење презентација и заједнички рад на њима.

**Мапе ума** представљају графички алат чија је намена организација мисли, израда пројеката, припремање белешки итд. Мапе ума омогућавају логичко повезивање концепата полазећи од основне, централне теме из које се врши „гранање“ на подтеме (Papić, Aleksić, Kuzmanović i Papić, 2015). На овај начин мапе ума омогућају хијерархијско уређивање и структурирање информација.

Мапе ума наставници могу користити као графички приказ садржаја који се изучава како би ученици стекли целокупну слику о томе како су концепти повезани. Поред тога, наставник од ученика може тражити да самостално организује садржај или идеје, направи план пројекта и да врши евалуацију постигнућа. На тај начин ученик на креативан начин повезује концепте, идеје и организује своје мисли и знања. Постоји велики број онлајн алата за креирање мапа ума у е-окружењу од којих су неки: [Mindomo](#), [Mind42](#), [MindMup](#), [Debatagraph](#)... На линку [Mindomo](#) се налази пример мапе ума која приказује функције и колаборативне могућности Mindomo алата (Papić, Aleksić, Kuzmanović & Papić, 2015).

У поглављима 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.4.6 и 4.4.7. су детаљније приказани модели примене Web 2.0 у образовању наставника. Како предности употребе ових алата не би требало ограничити само на високо образовање, у поглављу 3.3. су приказани модели њихове примене у разредној настави.

## **2.2. Педагошке и психолошке теорије употребе апликативних софтвера**

Учење подржано рачунаром заснива се на бројним теоријама учења из којих проистиче велики број педагошких импликација за њихову примену у пракси. Приликом планирања лекције подржане технологијом, потребно је размотрити велики број фактора који могу утицати на ефикасност њихове примене. У овом поглављу приказане су неке од многобројних теорија учења, које су од суштинског значаја за учење у електронском окружењу. Теорије учења груписане су као когнитивистичке теорије учења, односно теорије обраде информација и констукруктивистичке теорије, као и теорије које се заснивају на социоконструктивистичком приступу.

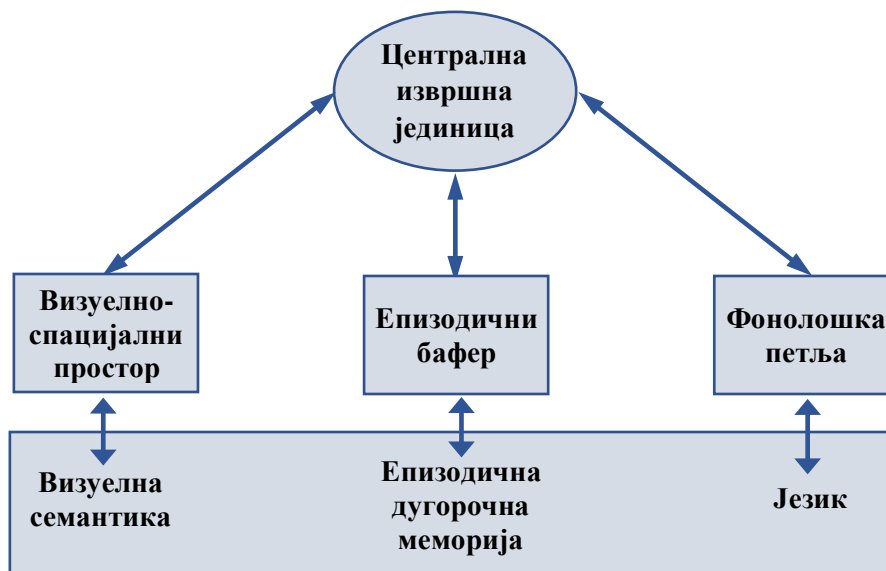
### **2.2.1. Теорија обраде информације**

Теорије обраде информације представљају основу за учење и даљи развој теорија учења. Оне припадају когнитивистичком приступу учења, а заснивају се на испитивању предиспозиција и креирању садржаја на начин како би он био најлакше усвојен (Ertmer & Newby, 2013). Ове теорије се баве испитивањем начина како појединац декодира информације које треба да усвоји, како повезује то са већ постојећим знањем, складишти ново знање у дугорочну меморију и позива га када је потребно (Ozcelik & Yildirim, 2005).

Један од најутицајнијих модела обраде информација је модел Аткинскона и Шифрина (Atkinson & Shiffrin, 1968 према Baddeley, 2000). Према овом моделу постоје три повезана меморијска подсистема: сензорни регистар (прималац дражи), радно, односно краткорочно и дугорочно памћење. Сходно томе, издвајају се три процеса која су међусобно функционално повезана, а то су: перципирање чиме се остварује веза између сензорног регистра и краткорочне меморије; процес похрањивања и позивања информација из дугорочне у краткорочну меморију; и контролни процеси који управљају целокупним протоком информација кроз систем. Када нека спољашња драж активира неко чуло, сензорни регистар, стимулс претвара у информацију и чува је у кратком временском интервалу. Након тога се врши перципирање, односно смислено опажање целине, а потом и доношење одлуке о даљој обради примљене информације. Процесом селекције стимулса на коме је задржана пажња, информација се складишти у краткорочну меморију. Како краткорочна меморија има кратко дејство, а ограничена је бројем појединачних информација, уколико не дође до обраде, она се брише из краткорочне меморије и не долази до процеса учења. У супротном, употребом различитих когнитивних стратегија (детаљније у поглављу 2.2.6) информација се смешта у дугорочну меморију одакле се може позвати када појединац процени да му је потребна. У том процесу учења, приликом усвајања новог садржаја, ученик на основу информација из дугорочне меморије надграђује своје знање и допуњује или модификује когнитивне шеме.

Други важан модел обраде информација је касније развијен Бадлијев модел који даје сложенију структуру система за обраду информација (Baddeley, 2000). Према овој теорији, централна извршна јединица контролише две подкомпоненте радне меморије, визуелно-просторну компоненту и фонолошку петљу, као и рад целокупног система приликом решавања проблема и фокусирања пажње. Њена функција је да усмерава, дели, пребацује и усмерава пажњу, ажурира и кодира улазне податке, а потом врши

допуну или замену постојећих информација новим, креира шеме, сузбија мање важне информације и аутоматске одговоре. Визуелно-просторна компонента има функцију манипулације визуелним информацијама и састоји се од два дела: краткорочног визуелног складишта у коме се смештају информације о бојама и облицима и унутрашњег записа који има функцију одређивања распореда објеката у простору. Функција фонолошке петље је складиштење и понављање вербалних информација, а такође се састоји од два дела: краткорочног фонолошког складишта где се смештају примљене чулне информације и које нестају након кратког временског периода уколико се не понављају и артикулацијске петље којим се понављају звукови како би били доступни у радном памћењу док је то неопходно. Централна јединица има улогу да врши трансфер задатака у два подсистема у радној меморији и на тај начин ослобађа простор за извршење нових задатака. Бадли као додатну компонентну система идентификује епизодични бафер, односно меморију ограниченог капацитета која има функцију интеграције вишеструких извора информација. Епизодични бафер има улогу да комуницира са дугорочном меморијом при чему задржавање информација у њему зависи од капацитета централне извршне јединице. На слици 2.2-1 је приказан Бадлијев модел обраде информација.



Слика 2.2-1 Модел обраде информација (преузето из Baddeley, 2000)

### 2.2.2. Конструктивизам

Иако постоји велики број варијација конструктивизма, издвајају се три основна конструктивистичка погледа на учење (Dalgarno, 2001): свака особа је креатор знања, заснованог на искуствима при чему не постоје једнообразни обрасци формирања знања; према Пијажеу, појединац учи кроз активно истраживање, а до учења долази када појединац открије неслагање између постојећег знања и искуства; према Виготском, појединац учи у друштвеном контексту кроз интеракцију са другима.

Према конструктивизму, знање се не може пренети, а процеси преношења знања и учења нису истоветни због тога што је сваки појединац одговоран за конструкцију свог знања стицањем личног искуства кроз различите нивое апстракције (Karagiorgi & Symeou, 2005). Пијажеова теорија индивидуалног конструктивизма, позната и као когнитивистичка теорија учења, конструкцију знања разматра са следећа два аспекта (Lutz & Huit, 2004): адаптације употребе когнитивних структура и когнитивног развоја.

Према Пијажеовој теорији когнитивног развоја, најнижи искуствени ниво подразумева сензорну перцепцију, а највиши развојни стадијум је на нивоу формалних операција, тј. апстрактног и хипотетичког размишљања (Joubish & Khurram, 2011). Током свих фаза когнитивног развоја јављају се три облика знања (Driscoll, 2000, према Lutz & Huit, 2004): физичко, односно оно које се стиче у интеракцији са окружењем; логичко-математичко, односно апстрактно које је основа за модификацију когнитивних шема; и социјално, односно знање које се стиче у интеракцији са другим људима. Поред тога, издвајају се два основна процеса конструкције знања (Awwad, 2013): асимилација и акомодација, као и адаптација која представља интеграцију два поменутог процеса. Асимилација подразумева процес трансформације и интеграције искуства и окружења у постојеће когнитивне структуре, шеме или обрасце понашања. Акомодација подразумева модификацију когнитивних структура како би се омогућила асимилација нових искустава. Тако, баланс између асимилације и акомодације представља процес еквилибрације који доводи до развоја, односно до усклађења несугласица у систему знања (Ackermann, 2001).

Различите интерпретације конструктивизма издвајају (Moshman, 1982):

- ендогени конструктивизам који истиче личну природу процеса учења сваког појединца при чему је изражена улога наставника/учитеља као фасцилатора који треба да кроз искуства подстакне ученика да врши промене у својим постојећим моделима размишљања;
- егзогени конструктивизам који подразумева формално учење у комбинацији са вежбањем, а које захтева мисаоно ангажовање које касније омогућава примену знања у реалним задацима;
- диалектички конструктивизам који се заснива на учењу кроз реалистично искуство при чему је неопходно усмеравање од стране наставника, као и колаборација са вршњацима.

Сва три погледа конструктивизма неизоставно подразумевају примену метакогнитивних стратегија, а усмеравање за њихову употребу посебно може бити подржано учењем у електронском окружењу (Dalgarno, 2001).

Социјални конструктивизам заснован је на теорији учења Виготског, односно теорији наредног развоја. Према овој теорији, поменуто зона представља простор у коме ученик може унапредити знање, али уз помоћ других (Karagiorgi & Symeou, 2005). Приликом учења у интеракцији, ученици развијају вештине решавања проблема, поспешују мисаоно ангажовање као и метакогнитивну регулацију. Због тога, развој колаборативних окружења за учење може бити од велике важности за процес учења. Платформе за учење у заједницама, као што су блогови и друге (детаљније описано у поглављу 2.1.3.), засноване су на социоконструктивистичком погледу на учење и основна им је улога да подстичу учење кроз социјалне интеракције. Ипак, примена и начини употребе ових алата морају бити усклађени са тренутним капацитетима ученика како би се превазишао јаз између оног што ученици већ знају и онога што могу развити и научити у заједници.

Имплементација конструктивизма подразумева (Karagiorgi & Symeou, 2005): прилагођавање циљева према карактеристикама ученика, због чега се избегава експлицитно дефинисање циљева; активно учешће којим се подстиче смислено учење и примена знања у реалном контексту; креирање окружења које омогућава анализу проблема из различитих перспектива; креирање окружења за колаборативно учење,

опсервацију, размену идеја и аргумената, развој критичког размишљања; формативно проверавање итд.

Симулације, односно виртуелне лабораторије, подржавају конструктивизам због тога што представљају реалан контекст у коме ученици могу експериментисати, испитивати хипотезе и креирати сопствене менталне моделе. Поред тога, интерактивност омогућава ученицима да проверавају своје моделе и постављене концепте (Dalgarno, 2001). У контексту програмирања, теорија учења која се ослања на Пијажеову теорију конструкције знања је Папертова теорија о конструкцији знања кроз употребу рачунара и робота (Papert, 1980 према Askermann, 2001). Паперт као један од креатора Лого програмског језика сматра да програмирање ствара услове за формирање интелектуалних модела приликом чега деца могу усвојити концепте који су превише апстрактни за њих. Програмирањем, односно дефинисањем задатака које рачунар треба да изврши деца размишљају о томе како написати инструкцију, а самим тим стварају рефлексију и о свом начину размишљања.

### 2.2.3. Теорија когнитивног оптерећења

Учење путем открића се заснива на решавању проблема и захтева висок ниво когнитивног оптерећења због ограничених капацитета меморије што додатно отежава процес учења (Alfieri, Brooks, Aldrich, & Tenenbaum, 2011). Поред тога, овакав облик учења захтева праћење и регулацију процеса учења због чега овакав начин учења често није погодан за млађе ученике који још увек немају довољно знања и искуства на основу којих ће надоградити нова. Самим тим је неопходно познавати теорије учења које се управо баве проблемима когнитивног оптерећења и радне меморије.

Теорија когнитивног оптерећења (Sweller, 2010) базира се на претпоставци да људи имају ограничен капацитет за обраду информација. Према овој теорији, ова ограничења се могу превазићи дељењем информација у смислене јединице, односно креирањем когнитивних шема и извршењем задатка са што вишим нивоом аутоматизма (Ozcelik & Yildirim, 2005). Шеме, смештене у дугорочну меморију, помажу организовању и повезивању важних информација које се касније могу позвати из дугорочне меморије ради извршења новог задатка (Cook, 2006). Иако шема садржи велики број информација, оне се у меморији чувају као засебне јединице.

Могу се издвојити следећи типови когнитивног оптерећења (Chen, Pedersen, & Murphy, 2011): унутрашње, спољашње и генеративно когнитивно оптерећење. Унутрашње когнитивно оптерећење се јавља због комплексности самог садржаја учења уколико постоји велики степен интерактивности између елемената и концепата. Спољашње когнитивно оптерећење се јавља услед неадекватно дизајниране лекције, преобимног материјала, превише мултимедијалних елемената итд. Генеративно когнитивно оптерећење доприноси конструкцији шема смисленим усвајањем информација, а условљено је улагањем напора за селекцију, организацију и интеграцију материјала. Сходно томе, како би се смањило унутрашње когнитивно оптерећење, неопходно је смањити и спољашње, што даље води ослобађању ресурса за генеративно оптерећење. Као последица аутоматизације извршења задатка, последично се смањује унутрашње когнитивно оптерећење.

Теорија когнитивног оптерећења може бити посматрана и са аспекта претходног знања ученика и метакогнитивног оптерећења (Valcke, 2002). Претходно знање ученика може бити од велике важности за конструкцију шема. Германско, односно генеративно

когнитивно оптерећење повезано је са метакогнитивним оптерећењем због тога што је неопходно уложити напор у конструкцију шема и надгледање ове активности. Ученици конструишу своја знања на основу претходног, користе га да селектују информације, додају информације већ постојећем знању и креирају нове менталне моделе (Cook, 2006).

У контексту решавања проблема и изучавања садржаја из области математике и природних наука, како би лекција била што ефикаснија, препоручује се дефинисање слободних циљева, употреба технике довршавања проблема и давање примера решења (Chen, Pedersen, & Murphy, 2011).

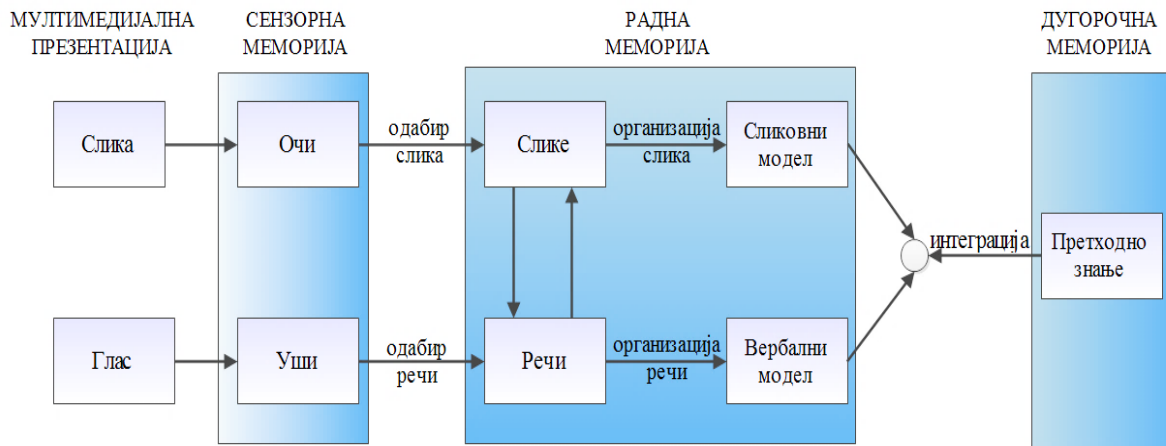
#### 2.2.4. Теорија мултимедијалног учења

Когнитивна теорија мултимедијалног учења, заснива се на претпоставци да се пријем информација врши кроз два канала, аудитивни и визуелни, које појединац интегрише и склапа у целину са претходним знањем смештеним у дугорочну меморију (Greer, Crutchfield, & Woods, 2013). На слици 2.2-2 је приказан модел мултимедијалног учења. Сходно томе, ова теорија се заснива на три конструктивистичке претпоставке (Mayer & Moreno, 2002):

- Људи имају два одвојена канала која су равноправна у систему обраде информација, а помоћу којих обрађују визуелне и аудитивне информације – теорија радне меморије (Baddeley, 2000) и теорија дуалног кодирања;
- Веома мали број информација може бити обрађен у кратком временском интервалу због чега се указује на ограничен капацитет радне меморије – теорија когнитивног оптерећења;
- Смислено учење наступа када појединац активно селектује потребне садржаје, организује информације и повезује их са претходним знањем и када ново стечено знање може применити у реалним ситуацијама.

Ова теорија учења посебно добија на важности када је реч о учењу у електронском окружењу где постоји велики број аудитивних и визуелних елемената (Greer, Crutchfield, & Woods, 2013). Због свега наведеног, креирање електронског окружења би требало да се заснива на следећим принципима (Mayer & Moreno, 2002):

- Мултимедијални принцип – учење је успешније када се користи комбинација анимација и звука него када се користи само звук;
- Принцип просторне непрекидности – учење је успешније када су текст и анимација приказани ближе, у односу на то када су анимације и текст одвојени;
- Принцип временске усаглашености – учење је успешније када су истовремено искомбиновани звук и анимација него сукцесивно;
- Принцип кохерентности – потребно је одстранити спољашње изворе информација;
- Принцип модалитета – учење је успешније када се користи комбинација гласа и анимације него анимације и текста;
- Принцип понављања – учење је успешније када се користи комбинација анимације и гласа у односу на комбинацију анимације, гласа и текста на екрану;
- Принцип персонализације – учење је успешније када се користе неформални облици текста и аудио материјала.



Слика 2.2-2 Когнитивни модел мултимедијалног учења (преузето из Mayer & Moreno, 2002)

### 2.2.5. Конективизам

Конективизам је концептуални оквир према којем је учење мрежа феномена под утицајем технологије и социјализације (Siemens, 2004 према Al-Kathiri, 2015). Принципи конективизма су следећи (Goldie, 2016): учење и знање заснивају се на различитости мишљења; учење је процес повезивања специјалних чворова и извора информација; извори учења могу бити и у нељудским ресурсима; капацитет за учење је релевантнији од тренутног знања; неопходно је одржавање веза и односа како би се обезбедило континуално учење; кључна вештина је проналажење веза између идеја, области и концепата; унапређење знања је циљ конективистичких активности учења; доношење одлука је процес учења сам по себи.

Као и код конструктивизма, према конективизму, процес учења започиње ангажовањем ученика и учешћем у заједницама учења. Конективизам истиче значај креирања путања којима се стиче знање због чега је важна изградња односа. Чворови и извори информација могу бити организације, библиотеке, сајтови, базе података и сл. Мрежу представљају два или више чвора који су повезани у циљу дељења ресурса. Успешна мрежа карактерише се (Goldie, 2016): различитошћу, односно различитим погледима; аутономијом учесника; отвореношћу и повезаношћу између свих тачака.

Иако из сваке наведене теорије проистичу одређене импликације за праксу, заједничко им је што су све усмерене на активности самог ученика. Због тога се могу издвојити следећи принципи којих се треба придржавати приликом организације учења, а који су разврстани у следеће категорије фактора (Bonk & King, 2012):

- Когнитивни и метакогнитивни фактори:
  - Изучавање сложеног садржаја је ефикасније када је процес учења намеран и када се заснива на смисленој конструкцији информација;
  - Успешно учење, уз помоћ и вођење, подразумева креирање смислених и обједињених репрезентација знања;
  - Потребно је приликом учења повезивати нове информације са старим, као и користити ефикасне (мета)когнитивне стратегије;
  - Процес учења је под утицајем различитих фактора као што су окружење, култура, технологија.

- Мотивациони и афективни фактори:
  - Колико ће бити научено и како зависи од нивоа мотивисаности што даље води различитим емоционалним стањима;
  - Интринзична мотивација подстиче се задацима оптималне тежине дефинисаним сходно интересовањима ученика;
  - За извршење сложених задатака неопходно је уложити напор и труд што је отежано услед недостатка мотивације;
- Развојни и социјални фактори:
  - Учење је много ефикасније када се у обзир узму развојне физичке, интелектуалне, емоционалне и друштвене разлике приликом креирања окружења за учење;
  - Учење је условљено друштвеним интеракцијама, међусобним односима и комуникацијом.
- Индивидуалне разлике:
  - Ученици користе различите стратегије, приступе и имају различите капацитете за учење, као и претходна знања;
  - Учење је најефикасније када су обзир узме језичка, културна и друштвена позадина;
  - Потребно је дефинисати стандарде за процену како процеса учења, тако и исхода.

Исти аутори предлажу листу принципа и импликација за праксу из угла когнитивног и социјалног конструктивизма.

#### 2.2.6. Саморегулисано учење и компоненте саморегулације

Карактеристике ученика као што су претходна знања, когнитивне и метакогнитивне вештине утичу на процес учења у рачунарски подржаном окружењу. Наведене ставке припадају концепту саморегулисаног учења које по Цимерману (Zimmerman, 2002) подразумева метакогнитивно, мотивационо и понашајно активне учеснике у процесу учења. Дакле, саморегулисано учење се одређује цикличним процесом у коме ученици прате свој процес учења, стратегије које употребљавају и на основу тога прилагођавају своје даље понашање, постављају нове циљеве, мењају стратегије када је то неопходно и утичу на мотивацију за учење (Zimmerman, 1990 према Кузмановић и Вучетић, 2015). Према Пинтричевом моделу саморегулисаног учења, два основна конструкта саморегулисаног учења су мотивација која даље укључује самоефикасност, испитну анксиозност и вредновање садржаја и стратегије регулације учења, односно когнитивне и метакогнитивне стратегије (Pintrich & De Groot, 1990 према Кузмановић и Вучетић, 2015).

Као што је већ поменуто, цикличност процеса саморегулације може се описати кроз три фазе: фазу планирања, фазу контроле изведбе и фазу рефлексije (Zimmerman, 2002). Свака фаза повезана је са одређеним етапама учења у различитим временским интервалима при чему су све фазе повезане и међусобно условљене. Прва фаза се може додатно разложити на процесе анализе задатка и мотивациона уверења. Дакле, ученик у сваки процес учења улази најпре анализом и проценом задатка који треба да изврши, односно формирањем вредносних уверења у вези са задатком и својих способности у вези са тим. Друга фаза такође укључује две подфазе, а то су фазе самоконтроле и самоопажања. Ова фаза везана је за сам процес учења, односно изведбу, при чему ученик



надгледа и контролише свој процес учења. Рефлексија, као завршна фаза, подразумева процесе самоевалуације и регулације понашања ради остварења одређених циљева на основу евалуације резултата учења.

Према Пинтричевом моделу (Pintrich, 1999) саморегулисаног учења, фазе процеса регулације чине фаза планирања (постављање циљева, планирање потребног времена, активирање мотивационих уверења и емоција везаних за задатак), фаза праћења (надгледање процеса учења кроз аспекте когниције, мотивације, емоција, понашања и контекста), регулација понашања (на основу резултата из претходне фазе) и фаза рефлексије (процена успешности). У табели 2.2.6-1 су приказане фазе саморегулације учења кроз сва четири контекста.

Табела 2.2.6-1 Фазе у подручјима саморегулисаног учења (Pintrich, 2004, према Кузмановић, 2014)

Фазе	Когниција	Мотивација/емоције	Понашање	Контекст
Планирање и активација	Постављање циљева	Усвајање циљних оријентација	Планирање времена и напора	Перцепција задатка
	Активирање претходног садржаја за учење	Суд о ефикасности Перцепција о тежини задатка	Планирање самоиспитивања понашања	Перцепција контекста
	Активирање метакогнитивног знања	Активирање позитивног вредновања задатка Покретање интересовања		
Надгледање	Метакогнитивна свесност и праћење когниције	Свесност и праћење мотивације и осећаја	Свесност и надгледање напора, времена, потребом за помоћи Самоиспитивање понашања	Праћење промене задатка и услова контекста
Контрола	Селекција и адаптирање когнитивних стратегија за учење, размишљање	Селекција и адаптирање стратегија за управљање емоцијама и мотивацијом	Повећање/умањење напора Истрајност, одустајање Тражење помоћи	Промена задатка Промена или напуштање контекста
Реакција и рефлексија	Когнитивне пресуде Приписивање	Емоционалне реакције Приписивање	Избор понашања	Евалуација задатка Евалуација контекста

Према Пинтричу (Pintrich, 1999) постоје следеће **стратегије учења**: (мета)когнитивне стратегије и стратегије управљања окружењем и временом. У когнитивне стратегије спадају понављање, елаборација и организационе стратегије, док у метекогнитивне стратегије спадају активности планирања, праћења и регулације. У зависности од потребног когнитивног ангажовања, когнитивне стратегије могу се поделити на: стратегије површинског процесирања садржаја које имају за циљ једноставно меморисање информација, односно њихово смештање у дугорочну меморију и стратегије дубинског процесирања које подразумевају процес елаборације, организације

садржаја, критичког размишљања и др. сложенијих мисаоних процеса. Метакогнитивне стратегије се општије могу поделити у категорије метакогнитивног знања и метакогнитивне регулације (Quintana, Zhang, & Krajcik, 2005 према Roll, Alevin, McLaren, & Koedinger, 2007). Метакогнитивно знање подразумева познавање свог процеса учења, захтева задатка, потребног ангажовања као и познавање стратегија, док метакогнитивна регулација, као што је већ напоменуто, укључује планирање, праћење процеса учења кроз прилагођавање стратегија циљевима које треба остварити и рефлексију кроз евалуацију процеса и постигнутих резултата. Дакле, када ученик у фази надгледања примети да га стратегије учења које користи не доводе до жељеног циља, тада примењује другачију стратегију, али и врши промену мотивационих уверења. Важан аспект метакогниције је и активирање претходног знања. Самим тим што ученици повезују претходно знање са новим, они врше евалуацију онога што већ знају на основу чега постављају нове циљеве и планирају време за учење новог.

Како би ученици били ефикасни у примени (мета)когнитивних стратегија, неопходно је да поред тога што су упознати са стратегијама учења, буду и мотивисани за њихову употребу и саморегулацију, због чега саморегулисано учење неизоставно подразумева и афективну компоненту учења (Pintrich, 1999). Због наведеног, поред регулације когниције, потребно је узети у обзир и процесе регулације кроз друге аспекте као што су емоције и понашање. У зависности од постављених циљева, као и вредновања и веровања у своје капацитете и њихово постизање, према теорији очекивања као теорији мотивације, може доћи до промене у интезитету мотивисаности (Brophy, 1987). Због тога, ставови који се дефинишу као „трајна организација мотивационих, емоционалних, перцептуалних и когнитивних процеса у вези са појединим аспектима света индивидуе“ (Krech & Crutchfield, 1948, Schwarz & Bohner, 2001:2, према Makljenović, Kuzmanović i Рајић, 2017) може бити важан фактор понашања ученика према школи, одређеним школским предметима или садржајима.

Регулација мотивације има за циљ да ученика одржи у намери да одређен задатак заврши кроз примену стратегија самоусловљавања, самонаговарања на савладавање, изведбу, појачавање интереса и управљање уверењима о самоефикасности (Wolters, 1999). Стратегије самонаговарања на савладавање или на изведбу условљени су компонентом циљне оријентације ученика. Слично томе, самоусловљавање подразумева тражење спољашњих подстицаја како би се одржала активност учења. Поред тога, управљање проценом самоефикасности, односно управљање уверењима о својим способностима везује се за концепт самоефикасности као још једне важне компоненте саморегулисаног учења.

Саморегулација емоција односи се на управљање емоцијама које су такође важан фактор успешног учења. Перкун (Perkun, 2006) издваја следеће типове регулације академских емоција: регулација усмерена на емоције (усмеравање пажње на емоције или њихово потискивање); усмерена на когнитивне процесе (модификација очекивања и приписивања); усмерена на проблем, односно развој вештина учења; и усмерење на околности (захтев за поједностављење задатка или одустајање). Саморегулацијом понашања се управља нивоом залагања, временом, окружењем за учење, а подразумева такође и тражење помоћи од наставника, родитеља и вршњака.

**Циљна оријентација** као компонента саморегулације у великој мери може утицати на исход учења. Основна класификација циљне оријентације подразумева усмереност на знање и усмереност на изведбу (Ames & Archer, 1988, Ames, 1992, Bulter & Winne, 1995 према Кузмановић, 2014). Док се усмереност на учење одликује позитивном проценом

самоефикасности, приписивању успеха труду и ставу да напор води ка успешности, усмереност на изведбу подржано је спољашњим мотивима учења и склоности ка поређењу са другима. Сходно томе, ова циљна оријентација повезана је са спољашњим мотивима за учење као што су награде, похвале окружења и високе оцене, али и отежаном употребом когнитивних стратегија које захтевају виши ниво мисаоног ангажовања, стратегија регулације и метакогнитивних стратегија (Wolters, Yu & Pintrich, 1996, према Sungur, 2007). Насупрот томе, циљна оријентација усмерена на учење одликује се унутрашњим локусом контроле, што говори о томе да ученици који преферирају ову циљну оријентацију поседују унутрашње мотиве за учењем, напредовањем и улагањем труда. У сладу са тим, ови ученици су мисаоно активнији, чешће користе стратегије елаборације и организационе стратегије, али и метакогнитивне стратегије као што су планирање, надгледање и регулација учења (Wolters, Yu & Pintrich, 1996 према Кузмановић, 2014).

Сходно наведеном, Пинтрич (Pintrich, 1999) указује на следећу класификацију циљних оријентација: оријентација на овладавање (усмереност на учење и задатке употребом самопостављених критеријума); спољашња оријентација (подразумева похвале, добре оцене и друштвени статус као главни критеријум процене успеха); и оријентација на релативне способности (тежња за поређењем и покушај да се буде успешнији у односу на друге).

**Самоефикасност** је још једна компонента саморегулисаног учења, а односи се на перцепцију својих способности неопходних за остварење неког циља (Sorić i Vulić-Prtorić, 2006). Самоефикасност посебан значај добија у последњој фази, фази рефлексije када ученици самоевалуирају свој резултат и процес учења. Због тога, успешност даље може утицати на процену способности, а самим тим и успешност. Ипак, неуспех може довести до фрустрације и нижих процена способности што може довести до одустајања и разочарања. У литератури се издвајају три нивоа самоефикасности (Bandura, 1977): ниво (процена тежине задатка који ученик може да успешно уради); снага (процена сигурности у могућност извршења задатка); и општост (генерализација осећаја самоефикасности у зависности од различитости контекста). Бандура (Bandura, 1977) даље разликује очекивану ефикасност и очекиване исходе. Очекивани исходи представљају личну процену да ће одређено понашање довести до постизања циља. Очекивана ефикасност подразумева процену појединца о способности за извршење задатка. Ове две врсте процене повезане су и условљене тиме што ученик може имати уверења да ће одређеним активностима постићи неке циљеве, али га процена да није у стању да тај задатак заврши може спречити у његовом деловању.

Због свега наведеног, учење подржано рачунаром мора бити шире схваћено и разматрано кроз различите психолошке и педагошке аспекте. Бројни аутори наглашавају значај употребе рачунарски подржаног окружења за учење као што су симулације и адаптивни системи, у циљу унапређивања и организовања учења (de Witte, Haelermans & Rogge, 2014 према Ђорић, Lambić, & Јовановић, 2019). Учење подржано хипермедијом у великој мери укључује саморегулаторне процесе као што су планирање, активација претходног знања, метакогнитивно праћење, регулација и рефлексивна (Quintana, Zhang, & Крајцик, 2005 према Roll, Alevan, McLaren, & Koedinger, 2007). Учење путем открића захтева низ когнитивних активности које се манифестују кроз постављање истраживачких питања, претрагу информација, евалуацију, читање, смислено тумачење информација и интеграцију садржаја у циљу решавања проблема. Рачунарски подржано окружење за учење које подстиче метакогнитивне процесе, од ученика захтева постављање циљева учења, праћење упутстава, тражење, прикупљање и организацију

информација како би се испунили циљеви учења (Azevedo, Moos, Johnson, & Chauncey, 2010). Поред тога, такво окружење треба да подстиче ученике да доносе одлуке о томе који контексти могу помоћи у процесу учења, да их подстиче на саморегулаторне процесе као што су активирање претходног знања, планирање, употреба стратегија учења, евалуација учења, самовредновање, вредновање задатка, појачање интересовање и улагање напора, тражење помоћи, модификација услова итд. Овакво окружење подразумева постојање модела, смерница, вођење од стране вршњака, наставника или колаборатора, као и подстицај на критичко размишљање и колаборативно учење.

Примена симулација, односно виртуелних лабораторија, која се заснива на учењу путем открића, као и фазе експерименталних активности које захтевају процесе саморегулације, детаљније су описане у поглављу 2.1.2. Поред симулација и експерименталног учења, за саморегулисано учење, а посебно развој метакогнитивних вештина, од посебне важности може бити и формативно проверавање (Timmers & Veldkamp, 2011). Формативно проверавање има улогу да ученицима омогући увид у своје постигнуће, напредак у постизању одређених циљева учења, као и да подстакне ученике да превазиђу евентуалне препреке и тешкоће у учењу. Формативно проверавање има позитивне ефекте на учење и постигнуће ученика и повезано је са вештинама саморегулисаног учења када је оно саставни део инструкције (Meusen-Beekman, Joosten-ten Brinke & Boshuizen, 2016). Формативно онлајн проверавање подразумева постављање циљева, прикупљање резултата и пружање повратних информација у циљу унапређења учења, а ефекти примене формативног оцењивања зависе од бројних фактора укључујући садржај и време давања повратних информација, место повратних информација (после тачних или нетачних одговора), потом ситуационих варијабли као што су саржај учења и тежина задатка, али и карактеристика ученика (мотивације, самоодређења, циљва учења и сл.) (Maier, Wolf & Randler, 2016). Многи аутори доводе у везу концепт саморегулисаног учења са повратним информацијама наглашавајући управо међудејство ова два феномена и утицај повратне информације на даљи процес у циклусу учења (Baadte & Schnotz, 2014). Тако повратне информације могу усмерити пажњу ученика на суштинске тачке и тиме подстаћи на употребу различитих стратегија за откривање решења проблема, односно изазвати саморегулацију понашања. Повратне информације ученицима треба да обезбеде информације о томе шта су урадили добро, шта треба да коригују и на који начин како би се њихова примена позитивно одразила како на постигнуће ученика, тако и мотивацију и саморегулацију (Zumbrunn, Tadlock, & Roberts, 2011).

### **2.3. Фактори који утичу на ефикасност употребе апликативног софтвера**

Бројни фактори који могу утицати на квалитет и начин примене технологије или конкретно апликативних софтвера у наставном процесу прожимају се кроз велики број модела који су развијени са том намером да идентификују и међусобно повежу како директне, тако и индиректне утицајне факторе. У овом поглављу ће бити сажето приказани неки од тих модела који се најчешће примењују у наставном контексту.

Један од најприхваћенијих модела у литератури је ТАМ (Technology Acceptance Model) теоријски оквир (Valtonen et al., 2015). Рана развојна фаза овог модела заснивала се на следећим категоријама фактора (Davis, 1993): спољашњи утицаји (који подразумевају карактеристике система), когнитивни (перцепција једноставности и корисности технологије), афективни (ставови према употреби технологије) и понашајна категорија фактора (стварна употреба система). Према овом моделу, карактеристике система кроз мотивационе варијабле као што су ставови према употреби, процена корисности и

једноставности утичу на коначно понашање, односно саму употребу система. Међутим, како су пронађене слабе везе између карактеристика система и ставова према употреби, претпостављено је да процена корисности и једноставности нису једини медијатори између карактеристика система и ставова према употреби због чега су у даљем развијању модела додате варијабле које се односе на унутрашње и спољашње мотивационе факторе. У наредни ТАМ2 модел у категорију процене корисности аутори додају и следеће варијабле (Venkatesh & Davis, 2000, према Venkatesh & Bala, 2008): субјективне норме (које се односе на то да ли особа користи технологију на основу мишљења других људи), имиџ (употреба иновација како би се побољшао друштвени/професионални статус), вредновање (колико је иновација корисна за обављање конкретног посла), показатеље резултата употребе, као и процена једноставности употребе. У ТАМ3 моделу, аутори предвиђају и утицај искуства, а у категорију процене једноставности употребе сврставају факторе (Venkatesh & Bala, 2008): самоефикасност, перцепцију спољашње контроле (веровање да постоји организациона и техничка подршка за употребу технологије), анксиозност приликом употребе рачунара, спонтаност при употреби рачунара, перцепирано задовољство и објективна корисност (измерена на основу објективних показатеља, а не самопроцена).

Према другој теорији, односно теорији планираног понашања (TPB – Theory of planned behaviour), централни фактор чини намера као мотивациони фактор који утиче на понашање (Ajzen, 2014 према Valtonen et al., 2015). Намере су одређене ставовима (позитивно или негативно вредновање), субјективним нормама (утицај мишљења других важних људи) и перцепираној контроли понашања (процена да ли се одређено понашање може спровести на основу доступних ресурса и процена самоефикасности као одреднице својих способности за одређену активност).

На основу описаних модела, може се закључити да се они у некој мери преклапају, односно узимају у обзир неколико заједничких фактора.

Модел са нешто другачијим приступом је „Concern – Based Adoption Model“ (CBAM) (Hall & Nord, 1987 према Hoo & Lee, 2015). Према овог моделу постоји седам фаза интересовања при чему се прве две фазе сматрају почетним фазама. Нулта фаза (фаза свесности) подразумева да наставник не примењује никакве иновације. У првој фази (информациона) наставник показује интересовање за учење о општим карактеристикама при чему још увек не посматра себе као имплементатора иновације. У другој фази (лична), интересовање наставника је фокусирано на утицај иновација само на личне компетенције. Трећа фаза (управљање) подразумева да наставник показује интересовање за примену иновација, односно организацију, доступне ресурсе и временско ограничење. Четврта фаза (последиче) подразумева интересовање наставника о томе како ће примењена иновација утицати на постигнуће ученика (когнитивне и афективне компоненте). У петој фази (колаборација) наставник се интересује за сарадњу са другим колегама у циљу побољшања. У шестој фази (померање фокуса) наставник увиђа предности и недостатке и увиђа могуће алтернативне начине примене иновације.

Друга димензија је ниво употребе којим се описује како и да ли наставници употребљавају технологију, а који је повезан са нивоима заинтересованости. То су нивои (Newhouse, 2001): не примењује технологију (припада нултој фази), оријентација (припада првој фази), припрема (припада другој фази), механичка употреба (припада трећој фази), рутина и усклађеност (припадају четвртој фази), интеграција (припада петој фази) и обнављање (припада шестој фази). Трећа димензија подразумева дефинисање и опис иновације саме по себи.

На пример, поједини аутори повезују наведене фазе интересовања и типове знања описаних ТРАСК (Technological Pedagogical Content Knowledge) моделом (НАО & Lee, 2015) (деталније у поглављу 2.4.). Они налазе позитивне корелације између скоро свих фаза и типова вештина. ТСК вештине (Technological Content Knowledge – познавање технологије у комбинацији са познавањем садржаја) су се издвојиле као предиктор нулте фазе, ТРСК (Technological Pedagogical Content Knowledge – познавање технологије у комбинацији са познавањем садржаја и педагошких принципа) као предиктор пете фазе, а ТК (Technological Knowledge – познавање технологије) као предиктор шесте фазе. Иста студија показала је да је прва фаза повезана са учењем о интеграцији Web 2.0 алата у настави, а да су карактеристике наставника као што су знање, самоефикасност, пол и наставна област имали утицаја на нивое интересовања.

Сходно наведеним моделима, преглед студија које су се бавиле испитивањем фактора који утичу на примену технологије у наставном процесу издвајају следеће предикторе употребе технологије у настави: перцепција корисности и једноставности, самоефикасност, субјективне норме, спољашњи фактори (нпр. доступност опреме) (Sadaf, Newby, & Ertmer, 2016). Други аутори као предикторе за употребу Web 2.0 технологија у настави издвајају (Pan & Franklin, 2011): самоефикасност наставника, професионални развој и административну подршку школе за употребу ових алата. Слично, друге студије указују на то да је програм професионалног развоја позитивно утицао на примену технологије у настави, али да није дошло до значајних промена у ставовима према употреби информационо-комуникационих технологија у настави (Uslu & Bumen, 2012). Аутори студија (Baturay, Gökçearslan & Ke, 2017) налазе позитивне везе између компетентности, ставова према рачунарски подржаном учењу и прихватања технологије. Перцепција корисности и задовољства такође су у позитивној вези са ставовима, као и перцепција једноставности. Међутим, показало се да перцепција једноставности није предиктор позитивних ставова према употреби технологије.

Бланин (Blannin, 2015) издваја унутрашње факторе који се односе на самог наставника као што су вредновање, веровање и самоефикасност, и спољашње факторе као што су доступност подршке за употребу технологија у настави, доступност опреме, као и време које је потребно издвојити за квалитетну припрему и имплементацију технологије. Други аутори издвајају следеће предикторе употребе ИКТ у настави (Sang, Valcke, Van Braak, & Tondeur, 2010 према Baturay, Gökçearslan, & Ke, 2017): веровања о конструктивистичком учењу, самоефикасност наставника, самоефикасност за употребу рачунара и ставови према технологији у образовању.

Поред наведених фактора, бројни аутори истичу важност припремљености наставника у току школовања за употребу ових технологија (Cakir, 2013; Sadaf, Newby, & Ertmer, 2016), као и упознавање са контекстуалним факторима који дефинишу употребу технологије. Важно је да будући наставници стекну специфична знања о томе како применити технологију, а не само како користити одређен софтвер (Gilakjani, Lai-Mei & Ismail, 2013).

#### **2.4. Улога учитеља/наставника у примени апликативних софтвера**

Учитељи/наставници у току свог иницијалног образовања често кроз предмете које изучавају немају могућност да створе комплетну слику о интеграцији педагошких знања и знања у области примене технологије у настави (Mouza & Karchmer-Klein, 2013).

Улоге наставника при употреби софтвера у настави, и уопште технологије, потребно је посматрати кроз следећих седам конструктора (Mishra & Koehler, 2006 према Chai, Koh, Tsai, & Tan, 2011):

- Познавање технологије (Technological Knowledge – ТК) односи се на вештине употребе рачунара и софтвера;
- Познавање педагогије (Pedagogical Knowledge - РК) односи се на вештине планирања и испоруке лекције, уважавање индивидуалних разлика приликом употребе технологије (употребе или креирања софтвера);
- Познавање садржаја (Content Knowledge – СК) односи се на познавање области;
- Познавање технологије у комбинацији са познавањем садржаја (Technological Content Knowledge - ТСК) односи се на вештине одређивања којом технологијом се најбоље може истражити и презентовати одређени садржај;
- Познавање педагогије у комбинацији са познавањем садржаја (Pedagogical Content Knowledge – РСК) односи се на вештине обликовања садржаја тако да буде разумљив другима;
- Познавање технологије у комбинацији са познавањем педагогије (Technological Pedagogical Knowledge – ТРК) односи се на вештине препознавања како одређена технологија може подржати одређене педагошке принципе, као што је колаборативно/кооперативно учење;
- Познавање педагогије у комбинацији са познавањем педагогије и садржаја (Technological Pedagogical Content Knowledge – ТРАСК) подразумева вештине интеграције педагошких и технолошких знања како би се подстакло учење ученика.

Дакле, да би наставник/учитељ могао да примењује едукативни софтвер у настави неопходно је да буде вешт приликом употребе софтвера, тј. да разуме његову употребу (Ламбић, 2012). Даље је потребно да познаје карактеристике ученика како би употребу софтвера прилагодио специфичностима ученика, односно развио најефикасније моделе његове употребе. Како би примена софтвера била ефикасна, наставник/учитељ мора да влада садржајем који је покривен апликацијом. На пример, ако наставник користи већ креирану апликацију чији садржај превазилази његова знања, он се мора додатно припремити за употребу тог софтвера. Уколико се учитељ/наставник одлучи на дизајнирање или креирање сопственог едукативног софтвера, наставник мора садржај лекције интегрисати са познавањем технологије којом креира едукативни софтвер. Поред тога, наставник/учитељ мора бити упознат са педагошким аспектима употребе или креирања софтвера (нпр. уколико планира колаборативно учење кроз апликацију или је прилагођава одређеним стилима учења). Због тога је неопходно интегрисати различите вештине како би примена одређеног софтвера била што ефикаснија.

Истраживање које је испитивало међусобну повезаност наведених конструктора у различитим периодима образовања наставника указало је на то да директна веза између РК и ТРАСК постаје безначајна када су односи између РК и ТРК и ТРК и ТРАСК јаки (Chai, Koh, Tsai & Tan, 2011). ТРАСК теоријски оквир представља и добру основу за рефлексију наставника о својим вештинама обухваћеним овим моделом. На тај начин наставници могу креирати свој ТРАСК профил у коме критички анализирају своја знања и вештине. Други аутори на основу анализе квалитативних одговора студената – будућих наставника/учитеља указују на најјаче везе између ТК и РК, као и РК и СК, односно као најизраженије елементе вештина издајају ТРК и РСК (Özgün-Koca, Meagher & Edwards, 2010).

Преглед истраживања указује на то да је тешко издвојити сталне везе између наведених вештина у оквиру ТРАСК теоријског оквира. Ипак, треба имати у виду да ефикасна употреба софтвера у настави, и технологије шире, неопходно захтева низ повезаних знања из области технологије, педагогије и садржаја, које су даље неопходне за остваривање улога наставника/учитеља у е-окружењу.

Као што је већ наведено у поглављу 2.3. бројни фактори утичу на примену образовних технологија у настави. Ламбић (Lambić, 2014) издваја следеће факторе који могу утицати на примену иновација у настави:

- Потребан труд за коришћење едукативног софтвера. Овај фактор се показао као веома значајан када је реч о прихватању иновација. Уколико едукативни софтвер захтева велико ангажовање наставника/учитеља, они могу одустати од њихове примене. То нарочито може бити изражено када треба самостално да креирају софтвер, уколико немају довољно развијене информатичке вештине за то. Због тога је важно да наставници и учитељи сарађују са колегама – информатичарима, као и програмерима уопште, како би им олакшали планирање и креирање софтвера. Поред тога, учитељи могу затражити од програмера креирање софтвера према својим потребама и карактеристикама ученика и градива;
- Алтруизам се такође показао као утицајан фактор прихватања иновација. Дакле, наставници/учитељи који имају изражену жељу за помагањем, а самим тим и преношењем знања, уложиће труд да овладају одређеним софтвером (или да га креирају), а потом ученицима пренесу вештине за употребу тог софтвера. На тај начин, ученици ће се обучити за употребу софтвера, али и овладати садржајем који та апликација покрива;
- Лична иновативност као склоност ка променама и усавршавању сасвим очекивано утиче на то да ли ће наставници/учитељи иновирати и свој наставни процес употребом софтвера;
- Процена корисности софтвера и једноставности употребе софтвера такође утичу на то да ли ће их наставник/учитељ користити у настави. Уколико наставник процењује да је употреба софтвера превише компликована, онда ће очекивати да је потребно уложити превише труда за обуку, а то ће резултирати одбијањем употребе тог софтвера. Са друге стране, уколико наставник процени да је софтвер користан, тада може бити мотивисан да уложи додатан труд и имплементира иновацију у настави;
- Техничка обученост такође утиче на то да ли наставник жели да примењује технологију. Због тога је једна од улога наставника/учитеља да се континуирано усавршава и припрема за иновације. Због брзог напретка технологије и нових захтева којих се треба придржавати приликом употребе технологије, иницијално образовање наставника не може обезбедити апсолутну припрему студената за будући рад. Због тога је неопходно да кроз иницијално образовање, учитељи/наставници развију вештине неопходне за касније прилагођавање новим технологијама, конкретно едукативним софтверима, као и за њихово креирање у одређеним наставним контекстима.



Из овог угла, издвајају се следеће улоге наставника/учитеља (Murchú, 2005):

- Инструкциони дизајнер – у овој улози учитељ дизајнира, планира и организује употребу софтвера ради постизања што ефикаснијих резултата учења имајући у виду карактеристике ученика;
- Ментор – подразумева проналажење модела примене софтвера и помагање ученицима да користе софтвер ради постизања циљева учења;
- Колаборатор – ова улога подразумева размену искустава са другим колегама, али и ученицима у циљу побољшања ефикасности употребе одређеног модела учења;
- Саветник – ова улога подразумева да учитељи пружају помоћ, саветују, дају смернице и постављају питања ученицима која ће им помоћи да изврше задатак у софтверу.

Сходно наведеним улогама, у фазама дизајна и употребе апликативних софтвера издвајају се следећи задаци наставника/учитеља (Ahmed & Hasegawa, 2014):

- Постављање критеријума за дизајнирање и развој софтвера;
- Креирање едукативног софтвера;
- Евалуација и корекција софтвера;
- Прављење плана примене софтвера;
- Комуникација са ученицима приликом употребе софтвера;
- Подстицање ученика на саморегулацију;
- Праћење постигнућа ученика.

Уколико се наставник/учитељ определи за употребу већ креираног софтвера или жели да програмер креира софтвер према захтевима које наставник постави, неопходно је да буде упознат са следећим критеријума које едукативни софтвер треба да задовољи (McManis & Gunnewig, 2012):

- Колико је софтвер едукативан, односно да ли садржај софтвера покрива образовне стандарде?
- Колико је софтвер прикладан узрасним и когнитивним карактеристикама ученика?
- Да ли софтвер подржава вишеструке покушаје, једноставне изборе и да ли након помоћи учитеља, ученик може сам користити софтвер?
- Да ли софтвер садржи довољно различитих активности, систем награђивања, реалистичну графику прилагођену узрасту итд.?
- Да ли софтвер подржава праћење постигнућа/тестирање и на који начин?
- Да ли софтвер може бити прилагођен појединачном ученику и да ли је отворено додавање нових могућности?

Употреба технологија, било да су у питању интернет технологије или класични едукативни софтвери, заснивају се конструктивизму при чему се издвајају три општа задатка наставника (Sakir, 2013): праћење, усмеравање ученика и давање повратних информација за које се сматра да су кључни елемент приликом учења у електронском окружењу. Улога наставника/учитеља у конструктивистичком окружењу је дидактичка и добро успостављена што подразумева креирање окружења учења које је подстицајно, интерактивно, спонтано и информативно (Gilakjani, Lai-Mei & Ismail, 2013). Сходно

томе, издвајају се конкретнији задаци наставника приликом саме употребе софтвера (Brooks & Brooks, 1999):

- Подстицање ученика на више когнитивне активности постављањем задатака који захтевају виши степен мисаоног ангажовања;
- Испитивање разумевања ученика о концептима пре излагања градива и приказа употребе софтвера;
- Охрабривање ученика да учествују у дијалогу како са наставником, тако и са другим ученицима;
- Охрабривање ученика да откривају постављањем отворених питања;
- Подстицање елаборације код ученика;
- Изазивање ученика да се суоче са контрадикторним хипотезама, а потом подстицање на дискусију (уколико ученици користе виртуелне лабораторије или софтвере за учење математике);
- Обезбеђивање довољно времена ученицима да одговоре и утврде односе приликом усвајања концепата;
- Подстицање цикличног модела учења кроз активности: истраживања, увођења у концепте и примену концепата.

## 2.5. Дигитална компетентност ученика и њен развој

Дигиталне компетенције су једна од осам кључних компетенција за доживотно учење и дефинишу се као самоуверено и критичко коришћење информациононих технологија у подручју рада, комуникације, као и слободног времена (European Commission, 2018). На основу саме дефиниције може се уочити да се дигиталне компетенције прожимају кроз све аспекте људског функционисања што даље указује на то да оне поред тога што подразумевају техничке вештине употребе технологије, укључују и ставове, одговорност и етичност.

Ако се у обзир узму само знања и вештине за употребу технологије онда се контекст компетенција сужава на контекст дигиталне писмености коју чине (Ferrari, 2012): ИКТ писменост која се односи на поседовање техничких вештина за употребу технологије; интернет писменост, односно поседовање техничких вештина за употребу интернета, специфичних алата или медијума, што поред познавања техничке подршке, захтева и разумевање функционисања рачунара, разумевање информација, медија, и вештине комуникације путем мреже; медијска писменост која укључује способност анализе медијских порука, као и њихово креирање; и информациона писменост, тј. вештине претраживања, примања и разумевања информација, нарочито у контексту употребе интернета.

Приликом процене дигиталних компетенција, у обзир се узимају когнитивна димензија, афективна компонента и димензија друштвених односа (Слика 2.5-1) (Cartelli, 2010). Когнитивна димензија подразумева вербално-лингвистички, логичко-математички и технолошки аспект издвојених према Гарднеровој теорији вишеструких интелигенција. Сви наведени апсекти се међусобно допуњују и прожимају јер употреба технологије, поред технолошких вештина подразумева и конструкцију знања, медијско изражавање и комуникацију са другим људима. Поред тога, у обзир је потребно узети и концепте времена, простора и каузалности, односно осећај „скраћења“ времена приликом употребе интернета и могућност губитка каузалности приликом употреба техника за претрагу информација на мрежи.



Слика 2.5-1 Димензије когнитивних компетенција (преузето из Cartelli, 2010)

Теоријски оквир DigComp 2.0 издваја неколико домена компетенција (Кузмановић, 2017). Компетенције у области информација и података представљају комбинацију компетенција за техничку употребу технологије, односно употребу алата за њихово претраживање и складиштење, али и способности за селекцију и евалуацију добијених информација. Компетенције у области комуникације и колаборације такође укључују два аспекта компетенција – познавање технологије за комуникацију, сарадњу и колаборацију, као и комуникационе вештине, вештине групног функционисања и сл. Компетенције у области креирања дигиталних садржаја одражавају се вештинама за развој дигиталног садржаја у технолошком смислу, односно уређивање, преобликовање и интегрисање информација. Поред тога, ова компетенција подразумева и познавање ауторских права и лиценци, али и програмерске вештине које се прожимају и кроз компетенције за решавање проблема. Аспект безбедности углавном се ослања на понашајни аспект у дигиталном окружењу, а тиче се способности за заштиту података, приватности, познавање могућности злоупотребе податка, као и заштите од потенцијалних ризика. Као и претходне, и ова компетенција се прожима кроз више других. Компетенција за решавање проблема је најуниверзалнија компетенција применљива на све аспекте функционисања у дигиталном окружењу. Креирање дигиталних садржаја, колаборација, програмирање или било који вид креирања нових садржаја подразумева неки облик вештина за решавање проблема (комуникација, евалуација, колаборативно решавање проблема...). Ипак, постоје мишљења да је ову компетенцију потребно разматрати одвојено (Кузмановић, 2017).

Рачунарско размишљање представља фундаменталну, аналитичку вештину коју је потребно развијати код деце поред вештина за читање, писање и аритметику. Постоје бројне тврдње да рачунарско размишљање усмерава когнитивне процесе и подстиче развој вештина за решавање проблема не само у рачунарским наукама, већ у свим областима. Резултати студија указују на то учење програмирања у раном узрасту развија когнитивне вештине које су повезане са математичким и логичким размишљањем

(Strawhacker et al., 2015). Винг (Wing, 2008) тврди да рачунарско размишљање помаже ученицима да решавају проблеме кроз процесе апстракције, генерализације, декомпозиције, алгоритамског дизајна и разлагање кључних делова проблема. Програмерске вештине представљају најужи сегмент дигиталне писмености, а саставни су део рачунарског размишљања (Paradakis, Kalogiannakis, & Zaranis, 2016). Због значаја вештина решавања проблема и њиховог развоја још у детињству, програмирање је све чешће саставни део курикулума широм света. У Сједињеним Америчким Државама формирана је непрофитна организација која је креирала платформу code.org у циљу развоја рачунарског размишљања код деце још од пете године. Тако деца на узрасту од 5-7 година могу научити да користе једноставне команде и предвиђати дешавања у једноставнијим програмима, док ученици узраста од 7-11 година могу научити да примењују петље и користе варијабле.

Да се програмерске вештине и вештине решавања проблема могу развијати и кроз различите наставне области доказ су бројне студије које налазе да су ученици који су користили Лого програмски језик показали значајно боље постигнуће у разумевању програмерских концепата (Papert, 1980 према Wilson, Hainey, & Connolly, 2012). На пример, програмирање робота изискује вештине рачунарског размишљања као што су репрезентација проблема, систематичност у генерисању и имплементацији решења, истраживање више могућих решавања, вишеслојно решавање проблема, тражење грешака приликом имплементације решења, схватање грешака као део процеса решења проблема, а које су применљиве су у бројним областима (Bers et al., 2014). Због свега наведеног, развој дигиталних компетенција не би требало посматрати одвојено већ као међупредметну компетенцију коју је могуће развијати кроз различите области учења.

## **2.6. Вештине решавања проблема ученика и њихов развој**

Развој мисаоних вештина веома је важан развојни аспект сваког појединца. Развојем вештина размишљања, повећавају се и способности за решавање проблема, као и критичко и креативно размишљање (Salih, 2010). Због тога што су развојне промене веома заступљене у периоду основног образовања, развој мисаоних вештина је важан задатак учитеља и наставника. Ученици, нарочито на млађим узрастима, немају развијено апстрактно, хипотетичко размишљање због чега најуспешније решавају проблеме који су конкретни и практичног карактера (Zaharija, Mladenović, Boljat, 2013). Бројни су начини за њихов развој, а изучавање програмерских концепата је један од њих (Clements & Gullo, 1984 према Bers et al., 2014). Учење програмирања позитивно утиче и на позитивне ставове према програмирању, рачунарско размишљање, вештине решавања проблема, креативност и имагинацију (Fokides & Atsikpasi, 2017).

Аутори (Salih, 2010) вештине размишљања одређују кроз три елемента: вештине критичког размишљања, вештине креативног размишљања и стратегије размишљања. Критичке вештине подразумевају карактерисање, поређење, прикупљање и класификацију, секвенцијално размишљање, распоређивање према приоритетима, анализу, евалуацију и закључивање. Креативне вештине подразумевају генерисање идеја, повезивање, предикцију и формирање хипотеза, синтезу, стварање менталне слике, резонавање, стварање аналогија и креирање. Стратегије размишљања укључују концептуализацију, решавање проблема и доношење одлука.

Ако се посматра процес решавања проблема у контексту програмирања, може се закључити да су њиме обухваћене све наведене потребне вештине. Због тога је развој мисаоних вештина на раним узрастима веома важан, приликом чега треба имати у виду интелектуалне способности и могућ потенцијални развој ученика на том узрасту.

Вештине аналогног размишљања могу бити од великог утицаја на процес решавања проблема у области програмирања (Clement, Kurland, Mawby, & Pea, 1986 према Yu, DiGangi, Jannasch-Pennell, & Collins). Због тога што је основне јединице креативног процеса, односно менталне елементе, могуће пермутовати и формирати различите њихове комбинације, елементи су срж процеса решавања проблема (Antonietti, Ignazi & Perego, 2000). Због тога се указује на значај увиђања веза између елемената, а овакав облик повезивања саставни је део аналогног размишљања. Графичка окружења за учење програмирања која се заснивају управо на састављању блокова – потребних елемената неопходних за извршење задатка, могу бити веома погодан контекст за развој ових вештина. Када се од ученика тражи да решавају задатке различите тежине, који се по својој садржини надовезују и подразумевају разумевање претходних задатака како би се решили нови, аналогно размишљање долази до изражаја. Аналогно размишљање описује се као процес репрезентације објеката и информација у свету као систем међусобних односа, таквих да се ти односи могу поредити и комбиновати (Richland & Simms, 2015). Другим речима, аналогно размишљање се одвија када појединац користи нове информације и информације из дугорочне меморије, повезује их, реорганизује их и проширује како би пронашао могуће решење за новонастали проблем. Аналогно размишљање подразумева неколико когнитивних процеса, као што су (Vendetti, Matlen, Richland, & Bunge, 2015): усмеравање пажње на важне информације, утврђивање односа између елемената, мапирање домена или елемената, доношење закључака и утврђивање заједничких принципа између упоређених домена.

Међутим, деца се значајно разликују у процесу размишљања у односу на одрасле због чега ученици имају тешкоће у решавању проблема. Деца имају тешкоће у издвајању битних од небитних информација, што може преоптеретити радну меморију која је код деце ограничена (Richland & Simms, 2015). Тако, деца могу тежити да проналазе везе између својстава која нису кључна, нпр. својства објекта (изглед троугла) уместо одређених односа (нпр. односа углова и линија). Међутим, исти аутори истичу да високо когнитивно оптерећење, стрес, као и ограничено познавање садржаја може умањити способност аналогног размишљања и код одраслих. Истраживања су показала да су ученици тек на узрасту од 9 – 11 година успевали да правилно утврде односе када се сусретну са збуњујућим информацијама које отежавају утврђивање релационих веза (Richland, Morrison, & Holyoak, 2006). Због тога се може закључити да је ученицима на почетку основног образовања потребно вођење приликом тражења аналогнија и долажења до закључка на основу аналогнија, а да се то може постићи следећим активностима (Vendetti, Matlen, Richland, & Bunge, 2015):

- Давањем могућности ученицима да пореде ново-научене концепте и оне које су већ усвојили;
- Презентовањем старих и нових информација истовремено како би ученици стекли увид у то на који начин су оне повезане;
- Давањем додатних знакова који би обезбедили поређење и олакшали аналогно мапирање;
- Истицањем сличности и разлика, а у случају да разлике могу довести до погрешног закључка, потребно је указати на то где аналогнија престаје;
- Истицањем повезаности језички, како би се пажња усмерила на могуће односе.

Метакогнитивни процеси су неизоставни део процеса решавања проблема, а чине га следећи елементи (Sternberg, 1986 према Antonietti, Ignazi & Perego, 2000): одређивање природе проблема; одређивање корака или потребних компоненти за решавање проблема; одређивање стратегија за уређивање редоследа елемената приликом решавања проблема; одабир менталне структуре информација; распоређивање ресурса;

праћење решења. Међутим, деца немају довољно развијене поменуте вештине због ограниченог познавања когнитивних и метакогнитивних процеса због чега не надгледају довољно своју меморију, процес разумевања и друге когнитивне процесе (Flavell, 1979). Детаљније објашњење о процесу саморегулације учења, као кључног, свеобухватног процеса у решавању проблема дато је у поглављу 2.2.6.

Поред вештина аналогног размишљања, у процесу решавања проблема се могу пратити и понашања чијим се манифестовањем могу детаљније утврдити процеси саморегулације (или њихово одсуство) код ученика.

У литератури се издвајају следеће стратегије решавања проблема (Dörner & Schaub, 1994): систематско истраживање, решавање проблема покушавањем и прављењем грешака, ригидно (круто) истраживање и енкапсулација у тражењу информација. Систематско истраживање је образац понашања приликом решавања проблема који води најефикаснијем решењу проблема. Ова стратегија решавања проблема се заснива на циљаном и планираном покушају, заснованог на хипотезама о томе како проблем треба решити. Приликом сусретања са тешким и непознатим задацима и прављењем честих грешака, услед недостатка мотивисаности, ефикасност ове стратегије се може умањити због чега афективна компонента долази до изражаја. Стратегија решавања проблема путем погрешки и покушаја је мање ефикасна стратегија која се примењује услед непостојања хипотеза, приликом чега се тежи решавању проблема случајним покушајима. Разлози за приступ овој стратегији су најчешће недостатак знања у области у којој се решава проблем или недостатак контроле над задатком (када не постоји процес регулације што даље води недовољној когнитивној ангажованости и мотивацији). Стратегија која се односи на тзв. ригидно истраживање подразумева постављање хипотеза на основу којих се приступа решавању проблема и након закључка да хипотезе нису исправне. Тада се приступа хипотези која највероватније води решењу што указује на недостатак праћења процеса решавања проблема (Van Der Linden, Sonnentag, Frese, & Van Dyc, 2001). Енкапсулација у тражењу информација се јавља када због нејасноће задатка или новостеченог знања појединац тежи да проналази додатне информације, при чему то постаје главни циљ, а добијене информације отежавају процес решавања проблема. Први корак у решавању проблема његово логичко разумевање. Резултати студије која је испитивала на који начин ученици решавају проблеме кроз играње игара за развој когнитивних вештина (eng. mind game) показали су да ученици узраста од 7 – 11 година теже решавању проблема без циљаног планирања и промишљања о проблему, већ случајним покушајима и прављењем грешака (Bottino & Ott, 2006). Друге студије такође указују на то да мање компетентни ученици четвртог разреда приликом решавања математичких проблема користе ову стратегију и да њу примењују у комбинацији са вербално-логичком стратегијом (Elia, van den Heuvel-Panhuizen, & Kolovou, 2009). Исти аутори тврде да на когницију ученика четвртог разреда позитивно утиче инструкција када ученици решавају проблеме који нису шаблонски.

Други аутори издвајају следеће стратегије решавања проблема (Kolovou & Heuvel-Panhuizen, 2010): решавање једним покушајем, решавање из више покушаја, комплетном применом информација која води тачном решењу, делимичном применом информација која води нетачном решењу, решавање проблема испробавањем и прављењем грешки и систематичним испробавањем. Приликом праћења начина решавања проблема уз помоћ рачунара (симулација), издвајају се следеће категорије понашања (Zoanetti, 2010): разумевање циља задатка пре приступања решавању; тенденција ка прављењу грешака и случајним покушајима; понављање корака; истрајност.

У контексту грешака које се могу јавити приликом решавања проблема, аутори издвајају грешке које се односе на грешке у вештинама, прављење грешака у вези са правилима и грешке у знању (Dörner & Schaub, 1994). Поред тога, примењене стратегије могу бити у вези са бројем и типом грешака. У вези са тим, аутори истичу последице грешака као важан сегмент решавања проблема (Van Der Linden, Sonnentag, Frese, & Van Dyck, 2001). Тако се могу издвојити позитивни и негативни ефекти грешака. До негативних ефеката грешака долази када грешка доведе до потпуно погрешног решења, што даље може водити фрустрацији, а самим тим и одустајању од примене ефективних стратегија као што је систематско приступање. Насупрот томе, постоје грешке које могу довести ближе потенцијалном решењу, због чега имају позитивне ефекте на резултат, а самим тим и осећај самоефикасности, веома важан елемент у процесу решавања проблема.

Према теорији Виготског (Vygotsky, 1978 према Behrend, Rosengren, & Perlmutter, 1989), деца своје понашање регулишу употребом приватног говора, односно спонтаног говора наглас. Према овој теорији, када се ученици сусретну са тежим задацима, тада имају потребу за регулацијом при чему гласно вербализују (Winsler & Diaz, 1995). Међутим, постоје размишљања о томе да умерена тежина задатака највише изазива регулацију приватним говором, а да превише тешки задаци могу овај вид регулације умањити јер ученици губе контролу над процесом решавања проблема (Behrend, Rosengren & Perlmutter, 1989).

Истраживања о начину решавања проблема у контексту програмирања углавном се свode на анализу ученичких пројеката и учесталост примењених концепата, број тачних задатака које су ученици успели да ураде или објасне (Wilson, Hainey & Connolly 2012; Mladenović, Rosić & Mladenović, 2016) и не садрже детаљније информације о процесу решавања проблема, грешкама које ученици праве и другим поменути понашањима у овом поглављу.

## **2.7. Улога апликативних софтвера у развоју дигиталне и научне писмености**

Деца од веома раног узраста усвајају научне концепте кроз развој система појмова. Фундаментално значење научне писмености подразумева вештине за читање, писање и причање о темама из области науке на којима се даље изграђују вештине за примену научних идеја, односно повезивање научних концепата, технологије, друштва, окружења, процедура, али и схватање важности науке (Norris & Phillips, 2003 према Turiman et al., 2012; Ђорић, 2018).

Како је комуникација један од важних процеса у развоју научне писмености, постоје различити начини комуникације у науци, а они се могу остварити кроз усмену и писану реч, дијаграме, слике, графиконе, визуелне приказе, моделе, анимације, применом математичких симбола, практичним радом и слично (Wellington & Osborne, 2001 према Ђорић, 2018). Веб (Webb, 2010) издваја следеће елементе научне писмености: разумевање улоге науке, опсервационе и аналитичке вештине, као и вештине критичког размишљања, схватање улоге математике у науци и позитивне ставове према науци, тј. мотивисаност за бављење науком.

Када је реч о ученицима и развоју научне писмености у току основног образовања истиче се значај усвајања основних знања и разумевање елементарних научних концепата што се може постићи активностима посматрања, комуницирањем, постављањем хипотеза, мерењем и испробавањем због чега је неопходно да ученици размишљају на апстрактном нивоу и да поседују развијене техничке вештине (Turiman et al., 2012). Како научни концепти и појаве често нису видљиви и опипљиви, приказивање и разумевање природних појава код млађих ученика је веома сложено јер

ученици тог узраста још увек немају развијене вештине формалног размишљања (Ђорић, 2018). Са тог аспекта, издваја се важност језика као средства комуникације и извора појмова повезаних са науком (Mercer et al., 2004), а у томе кључну улогу могу имати аналогije, графикони и дијаграми. Издвајају се следеће инструкционе стратегије које могу бити подршка развоју научне писменост (Krajcik & Sutherland, 2010 према Ђорић, 2018): повезивање нових информација и искустава са већ стеченим; употреба вишеструких репрезентација; подстицање ученика да своје идеје користе у стварном животу; учешће у научним дискурсима.

Развој система научних појмова заснива се на конструктивистичким теоријама учења, односно активном учешћу појединца у учењу и метакогницији која подразумева свесност о тренутном нивоу знања, поређење првобитно стечених знања са новим знањима, вредновање информација и као резултат тога формирање нових менталних структура (Yore & Treagust, 2006, према Ђорић, 2018). Учење путем открића, у аутентичним ситуацијама и окружењима употребом различитих извора информација имају важну улогу у развоју научне писмености, а ИКТ ресурси представљају велику подршку у томе (Kubiатко & Vlckova, 2010). Због тога, научна писменост изискује и дигиталне компетенције, а њихова повезаност може се посматрати кроз (Ng, 2012, Su, 2008 према Ђорић, 2018): мотивацију ученика да уз помоћ ИКТ усвајају садржаје; висок ниво интерактивности и давање повратних информација; комуникацију и колаборацију; когнитивни развој и развој метакогнитивних вештина подстакнутих употребом ИКТ; повезивање теорије и праксе, као и могућности за прикупљање и интерпретацију резултата.

Како би усвајање садржаја било олакшано употребом ИКТ-а, неопходно је да ученици буду вешти приликом употребе технологије. На тај начин процес учења не би био додатно отежан, а ученици не би били оптерећени тиме како се технологија користи него самим садржајем учења. Истраживања указују на повезаност дигиталних компетенција и постигнућа у области науке (Kubiатко & Vlckova, 2010). Такође, учење програмирања креирањем игара има позитиван утицај на развој научних компетенција (Jenson & Droumeva, 2016 према Ђорић, 2018). Сходно томе, до изражаја долази и важност информатичких садржаја.

Виртуелне лабораторије (симулације) могу бити значајно средство за развој научне писмености (Tüysüz, 2010) у различитим наставним областима при чему се повратне информације сматрају веома важним елементом учења (Aina, 2013). Када користе симулације, ученици испитују појаве, постављају хипотезе, проверавају своје претпоставке и закључују (Ђорић, 2018). Виртуелне лабораторије помажу ученицима да боље сагледају појаве које нису видљиве голим оком, утврђују однос између различитих физичких величина и боље разумеју концепте. Поред тога, у зависности од садржаја експеримента, употребом виртуелних лабораторија ученици су заштићени од могућих негативних последица приликом експериментисања (нпр. при изучавању хемијских реакција). Други аутори такође указују на велики потенцијал едукативног софтвера динамичне структуре који покрива различите садржаје кроз анимације и омогућује ученицима четвртог разреда да проверавају своје разумевање решавањем задатака (Serin, 2011).

Татар и сарадници (Tatar, Akpınar & Feyzioğlu, 2013) у својој студији испитују ефикасност примене едукативног софтвера који покрива области статичког електрицитета и електричне струје на узорку ученика 7. разреда. Употреба овог софтвера заснива се на моделу предикције, опсервације и објашњавања. Дакле, ученици употребом овог софтвера могу записивати своје хипотезе, приступати активностима,



гледати анимације и експерименталне видео материјале, приступати тестовима и водити дневник. Приликом употребе софтвера ученици су након постављених хипотеза одређивали варијабле, поредили, опсервирани, записивали податке, закључивали и коментарисали. Рачунари на коме су ученици радили били су повезани са рачунаром наставника који им је давао повратне информације током њихових активности. Основна намена овог софтвера је да унапреди метакогнитивне вештине које су важан елемент научне писмености. Софтвер је садржао смернице које су од ученика захтевале планирање, праћење, самопроверу и самооцењивање. Активност планирања је подразумевала да ученик одреди шта је претходно научио и да изрази емоције везано за то; активност праћења подразумевала је да ученик прати своје учење током времена, а самим тим и мења когнитивне стратегије по потреби и усклађује циљеве учења; самопровера је укључивала активности поређења почетних хипотеза са резултатима опсервације при чему је ученик бележио своје грешке; активности самооцењивања подразумевале су процену ученика са којим деловима садржаја су имали тешкоће, а које су лакше овладали. Ученици који су имали негативне ставове према теми електрицитета су након употребе софтвера позитивније вредновали поменуте садржаје учења, што је позитиван индикатор за даље изучавање сличних садржаја и развој научне писмености.

Поред симулација које представљају само један тип едукативног софтвера, на узорку ученика 6. разреда, евалуирани су и ефекти примене апликације која има намену писања прича у комбинацији са вршњачким повратним информацијама (Liu, Lu, Wu & Tsai, 2016). Апликација подразумева употребу различитих мултимедијалних елемената за формирање приче. Пре него што су приступили одређеној теми, ученици су најпре испробали процес креирања приче друге садржине. Потом су им дата објашњења о томе како ће њихови вршњаци процењивати приче. Након тога, ученици су приступили изради дигиталне приче на тему очувања шума које су према унапред дефинисаним критеријумима други ученици оцењивали. Показало се да овакав приступ позитивно утиче на подстицање рефлексивности и побољшање квалитета креираних прича што је даље повезано за научном писменошћу.

Приликом описаних начина учења, језик науке којим ученици и наставници комуницирају има важну улогу у развоју вокабулара ученика, исказивању идеја, анализе и евалуације садржаја. Видео материјали, графикони, анимације, речи, слике, анимације итд. су елементи који подстичу употребу и развој језика у научном контексту. У поглављу 3.3 приказани су детаљнији модели развоја научне писмености ученика употребом Web 2.0 алата.

## **2.8. Образовање учитеља и имплементација апликативних софтвера у њиховој професији**

Образовање има значајну улогу у томе како ће и да ли ће будући учитељи или наставници користити ИКТ у настави (Cakir, 2013; Sadaf, Newby, & Ertmer, 2016; Gilakjani, Lai-Mei & Ismail, 2013). Искуства која студенти стичу у току свог школовања у вези са применом информационих технологија у настави могу формирати њихове ставове о томе. Још од основног образовања, будући учитељи/наставници се упознају са различитим наставним предметима и начинима извођења наставе. Уколико процене да је употреба ИКТ била корисна за њихово учење и уколико сматрају да је начин употребе био одговарајући, то може утицати и на имплементацију технологије у њиховом наставном раду. Вештине примене технологије у настави подразумевају креативност и критичко размишљање, решавање проблема, вештине комуникације и колаборације, као и ИКТ писменост (Valtonen et. al., 2015). Постоје тврдње да наставници/учитељи у току

свог иницијалног образовања често не стичу комплетну слику о педагошким и технолошким компетенцијама које је неопходно интегрисати за успешну примену технологије (Mouza & Karchmer-Klein, 2013).

У литератури се издвајају следећи начини подршке у току образовања учитеља/наставника за употребу технологије у настави (Goktas, Yildirim, & Yildirim, 2009):

- Обезбеђивање хардверске и софтверске подршке (довољан број рачунара, потребне апликације...);
- Обезбеђивање више курсева који се односе на употребу ИКТ, али и могућим активностима примене;
- Поспешивање мотивације за употребу ИКТ у настави;
- Демонстрација ефикасне употребе ИКТ у настави.

Преглед студијских програма за образовање учитеља у Србији (према анализи садржаја најновијих акредитованих студијских програма) указује на релативно ниску заступљеност предмета који обухватају садржаје из области ИКТ и њихове примене у настави. Предмети који се углавном односе на стицање основних информатичких вештина су Информатика и Основе информатике, а предмети који се односе на стицање вештина примене ИКТ у настави су: Образовна технологија (као изборни или обавезни предмет), Методика наставе информатике (изборни предмет), Интернет алати (изборни предмет), Информатика у образовању, Методика информатичког образовања, образовање на даљину (изборни предмет), Образовна технологија, Педагошка информатика. На мастер студијама за образовање учитеља се издвајају предмети: Савремени токови информатичког образовања, Савремене методике наставе, Специјални курс методике наставе информатике, ИКТ у настави, Интернет технологије у образовању...

Када се посматра образовање наставника предметне наставе (изузев усмерења који школују наставнике информатике), такође је мали број предмета кроз које студенти стичу дигиталне компетенције и вештине примене ових технологија у настави. Неки од предмета су: Савремена настава физике, Савремена образовна технологија у настави биологије и сл. С обзиром да студије природних наука, али и већина других студија, садрже предмете чији садржаји могу бити подржани технологијом, модели примене технологија (независно од педагошких и методичких предмета) од стране наставника могу утицати како на усвајање садржаја, тако и ставове будућих наставника о употреби технологије. Међутим, диксутабилно је у којој мери универзитетски наставници користе софтверску подршку у настави. И поред тога, неопходно је да будући наставници/учитељи похађају курсеве у оквиру којих ће изучавати начине и могућности примене технологије у настави.

Постоје тврдње да ученици и студенти свих узраста имају тешкоће у разумевању природних појава (Başer & Durgmuş, 2010). Истраживања указују на то примена симулација у образовању учитеља и наставника има позитиван утицај на разумевање концепта електричне струје (Kumar et al., 2011). У поменутој студији, лекција о електричним колима спроведена је у три корака. Први корак је подразумевао дискусију о теми и постављању хипотеза на основу претходног знања. Од учитеља/наставника је затражено да од понуђених елемената, одреде која комбинација елемената ће омогућити да сијалица ради, а потом запишу своје одговоре и начин размишљања. Наставник није давао повратне информације о тачности одговора. У другом кораку, учесници су у групама користили симулацију да провере тачност решења до којих су претходно

дошли. Симулација је садржала приказ електричних компоненти врло сличног изгледа стварним компонентама. Потом је од учесника затражено да испитају различите варијације у струјним колима (додавањем жица, окретањем батерије итд.) и да бележе своја запажања. Последњи, трећи корак, подразумевао је примену стечених знања у различитим ситуацијама креирајући електрична кола од физичких компоненти. На овај начин, учитељи и наставници су упознати са начином како они могу користити симулације у наставној пракси, али и како да прилагоде модел употребе симулације различитим узрастима. Занимљив налаз ове студије је да су наставници/учитељи основних школа постигли боље резултате и да су више напредовали у разумевању у односу на наставнике који раде у средњим школама. Постоје студије које се баве и поређењем ефеката примене симулација (PheT Interactive simulation) и традиционалних лабораторија на разумевање концепата електричне струје код будућих учитеља. Резултати указују на то да су оба приступа једнако ефикасна за учење (Başer & Durmuş, 2010).

Аутори студије која има за циљ да омогући будућим наставницима природних наука да превазиђу јаз између инструкционог дизајна и дијазирања технологије, користе циклични модел који укључује следеће фазе: анализу, вођени развој, имплементацију и рефлексивну евалуацију (Chien, Chang, Yeh, & Chang, 2012). Сврха ове студије је да се будући наставници припреме не само за примену технологије, већ и да је самостално дизајнирају. У том контексту, кроз све четири фазе, студенти су имали подршку од наставника који је усмеравао процес развоја. У првој фази, фазе анализе, студенти су дискутовали о томе како одређени садржаји могу бити подржани технологијом и бирали садржај за који ће креирати мултимедијални материјал. У фази вођеног развоја, наставник је упознао студенте са тим које су вештине потребне за дизајнирање електронског материјала за учење, које тешкоће у пројектовању могу имати и нагласио циљеве дизајнирања е-материјала. У току ове фазе, студенти су интегрисали технологију и садржаје, формирали активности учења итд. У фази имплементације, наставник је охрабривао учеснике да размењују искуства, а студенти су презентовали план употребе креираног е-материјала у учионици. Четврта фаза подразумевала је евалуацију и дискусију, као и планирање унапређења. Наставник је студентима у овој фази давао повратне информације о постигнућу у односу на друге студенте и наставнике. Овакав приступ је оснажио компетенције будућих наставника за употребу технологије у настави кроз одабир наставних садржаја, презентацију информација, као и планирање активности сходно педагошким принципима.

На основу наведеног, може се закључити да постоје три аспекта имплементације ИКТ у образовању наставника/учитеља (формалном и неформалном): развој дигиталних компетенција које су неопходне за будући рад независно од наставе, развој компетенција за примену ИКТ у настави које подразумевају трансфер педагошких компетенција и вештина употребе технологије у наставну праксу, као и компетенција за развој алата, софтвера и платформи за учење. Сва три аспекта су међусобно условљена и повезана због тога што наставник не може примењивати технологију у настави уколико није упознат са њеном општом наменом и употребом, али и не може креирати алате за учење уколико није првобитно стекао базичне, али и специфичне дигиталне компетенције. Због тога су важна сва три аспекта учења у току иницијалног образовања наставника/учитеља, али и у току каснијег професионалног развоја.

### 3. МОДЕЛИ ПРИМЕНЕ АПЛИКАТИВНОГ СОФТВЕРА У РАЗРЕДНОЈ НАСТАВИ

Због тога што дигигитална и научна писменост ученика све више добијају на значају, неопходно је испитати најбоље начине на њихов развој. Развој мисаоних вештина веома је важан сегмент образовања, а настава у области програмирања је веома погодна за то (Fokides & Atsikpasi, 2017). У Србији су Планови учења и наставе информатике у разредној настави (односно наставни планови и програми), који су били фокусирани углавном на усвајање знања и вештина за употребу апликативних софтвера намењених за свакодневну приватну и пословну употребу крајњих корисника, од 2016. године, замењени и допуњени садржајима који се односе на развој алгоритаМСког размишљања.

Поред развоја информатичких вештина, важно је да ученици у току разредне наставе стекну искуство о употреби апликација које им помажу у другим областима учења. Један од облика едукативних софтвера су симулације које ученицима на овом узрасту могу значајно олакшати усвајање основних научних концепата.

У овом поглављу приказани су следећи модели примене различитих типова софтвера: модел примене платформе code.org – Курс 2; модел примене алата code.org намењен уочавању и отклањању грешака у коду; модел примене симулација у разредној настави у циљу олакшаног разумевања природних појава (модел примене симулације за изучавање концепта силе, кретања, трења и убрзања у комбинацији са повратним информацијама; модел примене виртуелних електричних кола у комбинацији са традиционалним активностима; модели учења за усвајање концепата висине, величине објекта и масе на брзину пада; модел употребе симулације за усвајање основних математичких концепата); модели примене Web 2.0 алата за развој комуникационе и научне писмености ученика разредне наставе (модел примене вики страница за размену и синтезу научног текста, модел примене виртуелне колаборације области математике и науке; модел употребе блога за унапређење вештина писања, комуникације и размене идеја). У последњем делу поглавља, приказана су два реализована емпиријска истраживања која се баве ефектима и начином примене платформе за учење програмирања.

#### 3.1. Модел примене платформе code.org – Курс 2

Платформа code.org својом структуром и организацијом омогућава прилагодљивост њене примене за различите узрасте ученика и ученике са различитим нивоом знања. Курс 2 (<https://studio.code.org/s/course2>) намењен је за ученике старије од 6. година који знају да читају и може бити погодан за ученике који немају никаква искуства у програмирању.

Курс 2 је организован кроз 19 стаза задатака којима су обухваћени различити програмерски концепти. Прве две стазе обухватају задатке помоћу којих се ученици уводе у појам алгорита. Задатак ученика је да на основу одређених облика/цртежа одреди алгоритаМСки поступак њиховог исцртавања. У овим задацима, ученик бира један од неколико понуђених алгоритаМСких описа речима или симболима. Трећа и четврта стаза односе се на писање линијских програма, односно секвенцијално програмирање. У трећој стази ученици имају задатак да померају објекат по одређеној путањи користећи блокове за померање напред и оријентацију лево или десно. У четвртој стази се од ученика тражи такође секвенцијално решавање проблема, али за разлику од претходне стазе, у овој се захтева и употреба блокова за одређивање угла под којим се објекти крећу. На почетку стазе постоји видео туторијал као упутство за решавање ове групе задатака. Стаза пет садржи један задатак у коме је потребно да ученици на основу датог секвенцијалног решења, одаберу решење које садржи петље, а

које замењује првобитно. Аналогно трећој и четвртој стази где се од ученика тражи секвенцијално решење најпре само са одређивањем смера кретања објеката, а потом и одређивањем углава, у стазама шест и седам, захтеви су слични са том разликом што се од ученика захтева употреба петљи односно блока „понављај“. Осма стаза садржи задатке који од ученика захтевају дефинисање кретања објекта кроз лавиринт употребом петљи или угњеждених петљи. Кроз задатке у стази девет, ученици се упознају са начином проналажења грешака у алгоритму приказаног симболима. У стази девет се налазе задаци који захтевају евалуацију већ написаног програма, при чему, поред тога што ученик треба да отклони грешку у решењу, треба и да успешно примени блок „понављај“ како би смањило број потребних блокова. Задаци у десетој стази такође се заснивају на исправљању грешака, али се додатно захтева употреба углава. У стази дванаест се уводи концепт услова, при чему у задатку ученик треба да на основу написаног програма који садржи услове одреди правила игре карата (понуђено је неколико могућих опција). Тринаеста стаза садржи задатке у којима се тражи померање објекта кроз лавиринт употребом услова. Кроз задатке у стазама четрнаест и петнаест ученици увежбавају управљање елементима и њихово комбиновање у циљу припреме за писање паралелних програма. У шеснаестој стази се ученици упознају са паралелним извршавањем програма и креирањем мини игара на основу упутства. У наредној стази ученицима се даје прилика да самостално креирају приче уз помоћ ликова, али и писањем паралелних програма. У последњој стази се захтева да ученици користе угњеждене петље у комбинацији са употребом блокова за одређивање углава кретања. У свим стазама које садрже више задатака обухваћени су задаци различите тежине. Приликом примене овог модела, потребно је ученицима најпре дати упутства о начину решавања задатака. Пошто Курс 2 обухвата већи број програмерских концепата, препоручује се систематично упознавање ученика са различитим типовима задатака. Ипак треба имати у виду узраст ученика са којима се примењује овај модел, па сходно томе извршити и селекцију задатака. Поред тога, овај модел се уз одређен одабир задатака може користити и у настави математике за усвајање градива из области углава.

Након примене овог модела, очекује се да ће ученици:

- Правилно примењивати секвенцијално уређивање редоследа блокова;
- Правилно разумети и примењивати петље и угњеждене петље;
- Правилно разумети и примењивати услове као програмерски концепт;
- Правилно разумети и примењивати паралелно писање програма креирањем прича;
- Успешно пронаћи и отклањати грешке у програму;
- Бити вешти у разлагању дугих секвенцијалних програма и употреби секвенци понављања;
- Бити способни да претпоставе у ком делу програма ће програм престати да ради правилно;
- Моћи да рефлектују процес тражења грешака у складу са својим узрастом.

### **3.2. Модел примене алата code.org намењен учачавању и отклањању грешака у коду**

Модел примене code.org алата у настави са ученицима 4. разреда описани су на сајту code.org за све појединачне курсеве и лекције. У овом поглављу је приказан пример лекције из области секвенцијалног програмирања описан на линку <https://curriculum.code.org/csf-19/coursee/> - Лекција 1, намењене ученицима четвртог разреда.

Кроз ову лекцију, потребно је да се ученици упознају са концептом програмирања, програма, грешкама које се јављају у коду, као и исправљањем грешака. На почетку лекције препоручује се да се ученицима поставе питања везано за то на који начин они решавају проблеме и грешке које настају у свакодневном животу, као и то да ли примењују одређене кораке. Потом је ученицима потребно објаснити да задаци које ће решавати садрже грешке које је неопходно исправити како би програм функционисао.

Приликом употребе овог модела учења, основна улога учитеља је да подржава колаборативно учење. Због тога што су лекције у оквиру платформе већ усмерене на самог ученика, учитељ треба да избегава давање инструкција у случају када ученик има тешкоће приликом решавања проблема. Како би се превазишле тешкоће са којима се ученици могу сусрести, корисно је организовати рад у паровима. На тај начин ученици могу заједнички радити на проблему и пронаћи заједничка решења. Учитељ треба да подстиче ученике да сарађују са својим другим чланом, али и другим паровима, уколико не могу самостално решити проблем. У случају да ученици не могу решити проблем, учитељ им може помоћи постављањем питања која ће их навести да пронађу грешку. Због одређених задатака, ученици се могу осећати фрустрирано, због чега је неопходно да учитељ нагласи да је то нормална појава када се суоче са тешким задатком и да треба да наставе да раде како би дошли до решења.

У првом кораку, потребно је да ученици покрену видео туторијал који ће им помоћи у разумевању задатка. Након тога ученици могу решити први задатак који од ученика захтева да саставе програм од већ понуђених блокова на радној површини у циљу разумевања употребе окружења и функционисања блокова. Следећи задатак од ученика захтева да самостално одаберу и саставе одређене блокове како би се тражени програм правилно извршио. Наредни задатак који се препоручује подразумева да ученик издвоји блок различите боје који је вишак и онемогућава правилан рад програма. У следећем кораку, ученици треба да погледају видео туторијал о томе како могу откривати грешке у програму употребом дугмета „корак“ које има функцију да показује извршење сваког блока појединачно. На тај начин, ученицима може бити олакшано тражење грешке. Наредни задатак од ученика захтева да самостално пронађе грешку у програму. Након тога, ученици треба да самостално саставе блокове како би се програм правилно извршио, али овог пута је неопходно користити блокове за одређивање смера кретања објекта. У наредном задатку ученици треба у групи блокова која садржи и блокове за одређивање смера кретања пронађу грешку како би се правилно извршио програм. Следећа два задатка се надовезују на претходни са вишим нивоом тежине. Последња два задатка од ученика захтевају самостално састављање блокова, са том разликом што је додата могућност додавања блока „понављај“.

Након завршетка описаних задатака, учитељ треба да прикупи повратне информације од ученика о томе шта су учили, да ли им се свидела лекција, на које врсте грешака су наишли и како су кориговали грешке у програму.

Након примене овог модела, очекује се да ће ученици:

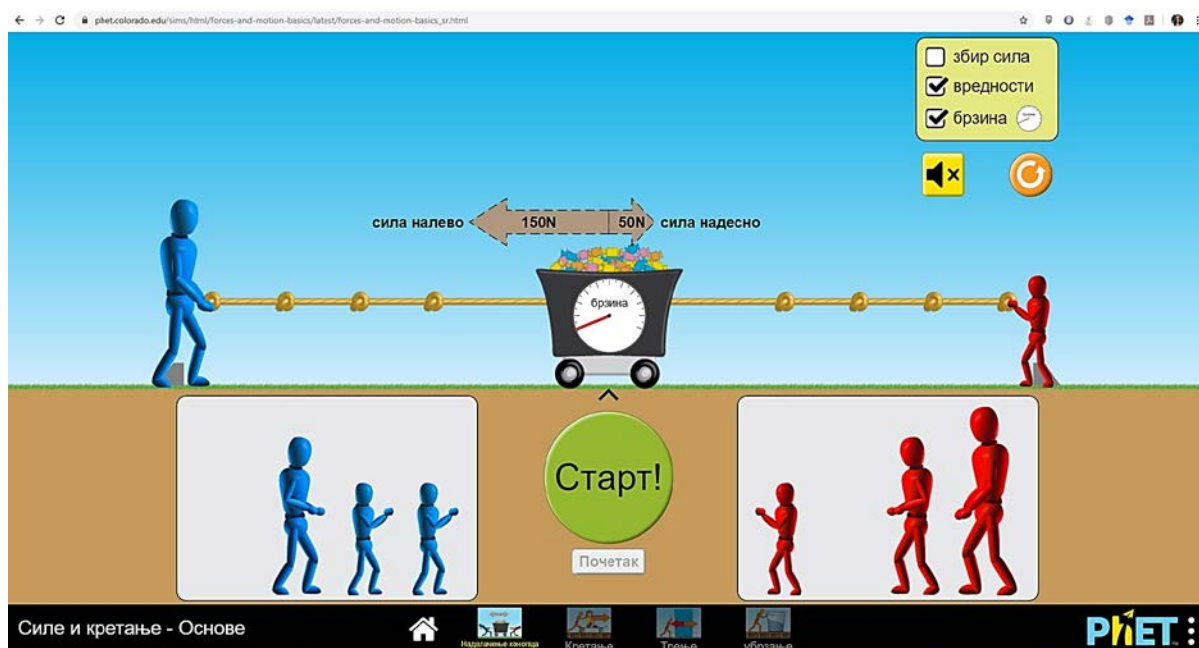
- Правилно примењивати секвенцијално уређивање редоследа блокова;
- Успешно пронаћи и отклањати грешке у програму;
- Бити вешти у разлагању дугих секвенцијалних програма и употреби секвенци понављања;
- Бити способни да претпоставе у ком делу програма ће програм престати да ради правилно;
- Моћи да рефлектују процес тражења грешака у складу са својим узрастом.

### 3.3. Модел примене симулација у разредној настави у циљу олакшаног разумевања природних појава

Када је реч о ефикасности примене симулација на учење, истраживачки фокус је углавном на њиховој примени у другом циклусу основног образовања (од 11 до 14 година), код старијих ученика, као и студената. Међутим, иако не толико бројна, постоје истраживања која испитују ефекте примене симулација различитих садржаја на учење ученика до петог разреда основног образовања. Истраживања су указала на позитивне ефекте примене симулација на усвајање научних концепата код ученика узраста 10-11 година (Sun, Lin & Yu, 2008). У наставку овог поглавља су приказани модели примене симулација са ученицима млађег узраста.

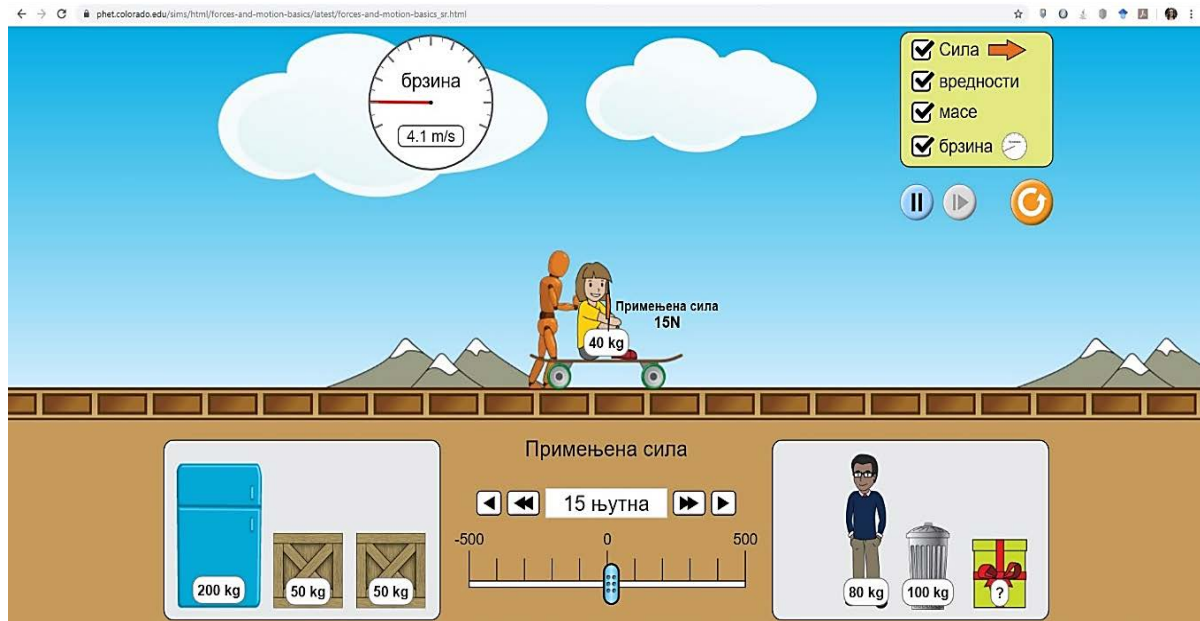
#### 3.3.1. Модел примене симулације за изучавање концепта силе, кретања, трења и убрзања у комбинацији са повратним информацијама

Модел приказан у овом поглављу заснива се на моделу примене апликативног софтвера за учење физике описаног у поглављу 4.2. Примена модела усклађена је са садржајем градива из предмета Природа и друштво које ученици изучавају у 3. и 4. разреду основног образовања, односно изучавању концепта кретања, силе, трења и убрзања. Као и софтвер описан у поглављу 4.2. и за потребе овог модела је потребно користити софтвер који садржи симулацију, односно виртуелну лабораторију и електронски тест са повратним информацијама (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Након што се ученици улогују путем почетне странице, софтвер ће приказати садржај лекције везано за концепте силе, кретања, трења и убрзања у виду текста и слика. У другом кораку ученици приступају интегрисаној симулацији креиране од стране Колорадо Универзитета (Colorado University, PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder) која је доступна на линку [https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics\\_sr.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_sr.html). Симулација садржи четири посебне интерактивне симулације које се односе на концепт силе (Слика 3.3-1), кретања (Слика 3.3-2), трења (Слика 3.3-3) и убрзања (Слика 3.3-4).



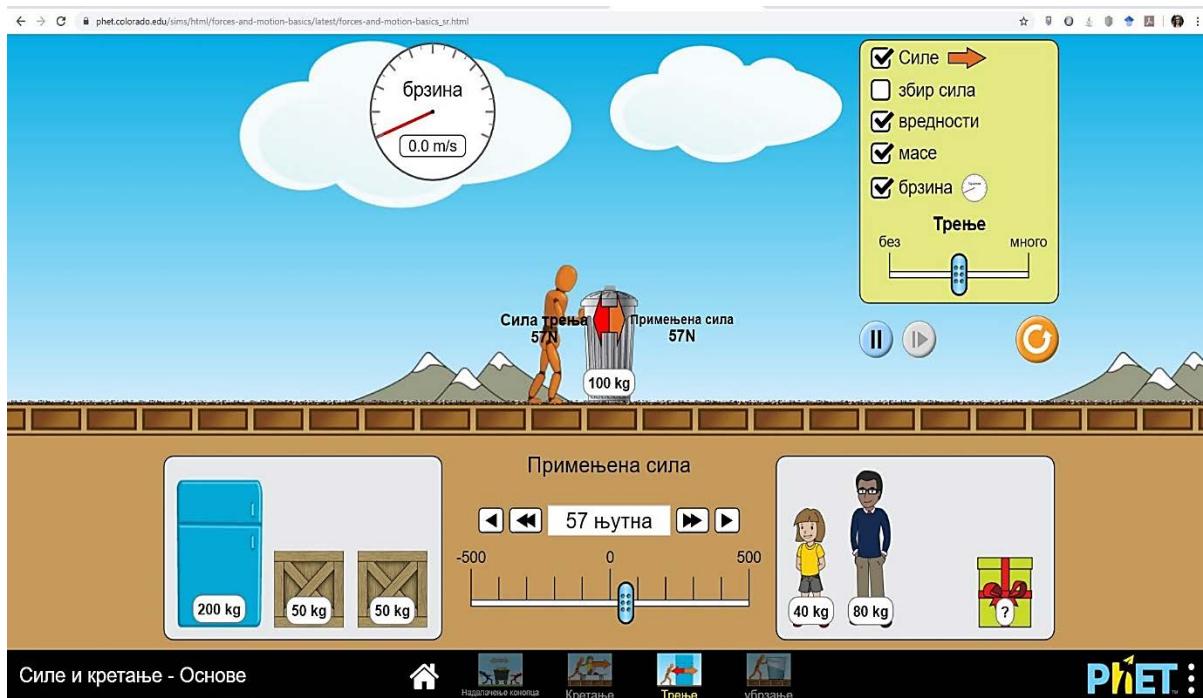
Слика 3.3-1 Симулација којом се изучава концепт силе

Овом симулацијом, концепт силе је приказан кроз илустрацију надвлачења конопца. Ученик може укључити видљивост вредности силе са једне и друге стране, као и брзине којом се креће терет који две стране вуку. Ради бољег разумевања ученик може одабрати величину фигуре човека који вуче канап.



Слика 3.3-2 Симулација којом се изучава концепт кретања

У оквиру ове симулације ученик може изабрати неки од објеката различите масе (фрижидер, кутије, девојчицу, човека, канту или поклон) или више њих и подешавањем одређене силе гурања коју робот примењује утврдити коликом брзином ће се објекат кретати у зависности од масе изабраног објекта. Такође, на овај начин ученик испитује колику је силу потребно применити за покретање изабраних објеката.



Слика 3.3-3 Симулација којом се изучава концепт трења



Ова симулација слична је претходној, а разликује се по томе што укључује концепт трења, тако да ученик променом параметара величине трења може утврдити његов утицај на брзину померања одгурнутог објекта.



Слика 3.3-4 Симулација којом се изучава концепт убрзања

Ова симулација се даље наставља на претходно описане и садржи и концепт убрзања објекта који ученици могу пратити одабиром објеката различите масе и примењене силе.

У трећем кораку, ученици приступају изради теста којим се проверава концептуално разумевање ученика. Уколико ученици нису најпре приступили симулацији, софтвер им неће дозволити приступању теста. Након што приступе изради теста и предају своје одговоре у зависности од тога да ли су остварили одређен број тачних одговора, софтвер ће им приказати повратне информације. Уколико је ученик положио тест, приказаће се страница која садржи информације о томе који су одговори тачни, а који не и повратне информације у виду објашњења за сваки одговор појединачно. На тај начин, ученици ће утврдити разумевање задатака на које су дали већ тачан одговор, и добити објашњења за задатке које нису тачно урадили. Уколико ученик не положи тест, софтвер ће приказати објашњења за сваки задатак појединачно, али без давања информација о томе који је задатак тачно урађен, а који не. На тај начин, ученик ће бити подстакнут да размисли о својим одговорима које је претходно дао и начину размишљања приликом решавања сваког задатка. Након тога, софтвер упућује на приступ симулацији поново како би ученик могао да приступи решавању теста поново. На тај начин код ученика се подстиче аналогно размишљање, односно доношење закључака на основу сличних искустава. Приликом сваког новог покушаја из базе задатака се насумично извлаче нови задаци различите тежине.

Како би примена овог модела била успешна, неопходно је да учитељ најпре упути ученике о томе како се софтвер користи и да кроз усмену лекцију да информације о градиву које је обухваћено. Због тога што симулација обухвата више концепата који се надовезују, овај модел је корисно користити приликом систематизације градива. На тај начин, симулације би имале за циљ да ученике подсети о ученом градиву и отклоне нејасноће, а тест знања да продуби разумевање.

На основу описаног модела примене овог софтвера, очекује се да ће након учења уз помоћ софтвера ученици:

- Дефинисати концепте силе, кретања, трења и убрзања;
- Утврђивати везе и односе између поменутих појава;
- Уз помоћ повратних информација које добијају бити подстакнути на употребу когнитивних и метакогнитивних стратегија како би решавали задатке;
- Позитивно вредновати овакав приступ учењу;
- Стећи искуство за употребу сличних софтвера, али и решавање тестова у описаном облику.

### 3.3.2. Модел примене виртуелних електричних кола у комбинацији са традиционалним активностима

У студији која је имала за циљ да утврди најефикаснији начин за разумевање електричних кола са ученицима четвртог и петог разреда (10-11 година) коришћена су три модела учења (Jaakkola & Nurmi, 2008):

- Једна група ученика користила је само класичне, лабораторијске услове за учење, односно стварну опрему за креирање електричних кола;
- Друга група ученика је користила само симулацију, односно виртуелну лабораторију. Симулација је омогућавала реалистичан и шематски приказ електричних кола, састављање електричних кола од појединачних елемената, као и мерење физичких величина. Сви поступци које су ученици примењивали су пропраћени повратним информацијама;
- Трећа група ученика је учила у окружењу које укључује примену симулација у комбинацији са стварном физичком опремом. Након употребе симулације, од ученика је тражено да вежбу понове у стварним условима употребом физичких компоненти.

Учење је пропраћено питањима која су уједно усмеравала учење, али и којима је проверено разумевање ученика. Коришћени су задаци различите тежине који су захтевали од ученика да креира електрична кола и врши мерење, потом бележи своје опсервације, а коначна решења уписује као одговоре на задатке. Ученици су задатке решавали у пару, а након сваког решеног задатка, учитељ је проверавао тачност.

Очекивани ефекти описаних модела углавном су усмерени на поспешивање концептуалног разумевања ученика у области електричних кола.

Резултати примене поменутих сценарија указују на значајне разлике у разумевању ученика код све три групе у односу на почетну проверу знања (Jaakkola & Nurmi, 2008). Међутим, као најефикаснији модел се показао сценарио треће групе која је користила описану симулацију у комбинацији са стварним физичким компонентама.

### 3.3.3. Модели учења за усвајање концепата висине, величине објекта и масе на брзину пада

У другој студији која је имала за циљ да утврди ефекте примене различитих сценарија учења о томе како фактори као што величина и маса објекта, као и висина са које је објекат бачен, утичу на брзину пада објекта, односно лопте, коришћена су три модела учења са ученицима узраста четвртог разреда (10 година) (Lazonder & Ehrenhard, 2014):

- Прва група ученика је спроводила традиционални експеримент са физичким материјалом;
- Друга група ученика је опсервирала експерименте који је спроводио наставник;
- Трећа група ученика је експериментисала помоћу симулација.

Задатак за све три групе ученика је био да испитају појединачан утицај фактора као што су величина и маса лопте, као и висина са које је објекат бачен, на брзину падања објекта. Све три групе ученика су уз помоћ учитеља самостално креирале експерименте који ће се примењивати, а којима је омогућено праћење сва три утицајна фактора. Ученици су планирали примену експеримента за поређење брзине пада две лопте. Пре спровођења, односно посматрања експеримента (код друге групе ученика), ученици су постављали хипотезе о томе који ће објекат брже пасти. Од ученика је тражено да спроведу по макар један експеримент за сваки фактор.

Групи ученика која је користила симулацију су најпре дата упутства о томе како се она користи. Ова група ученика није била у могућности да на исти начин опсервира утицај масе као група ученика која је имала прилику да држи лопте различите масе. Све три групе ученика добијале су повратне информације од учитеља.

Основни очекивани ефекат примене описаних модела у овом поглављу је превазилажење тешкоћа у концептуалном разумевању када је реч о утицају величине и масе објекта, као и висине са које је објекат бачен на брзину пада. Очекује се да ће се најбољи резултати постићи у првој групи ученика, која је примењивала традиционални експеримент због специфичности садржаја.

Резултати ове студије указали су на подједнаке ефекте примене сва три модела када је у питању разумевање утицаја величине и висине пада (Lazonder & Ehrenhard, 2013). Међутим, група ученика која је користила физички материјал је најбоље превазишла нејасноће везано за утицај масе, што је и очекивано јер су ученици имали прилике да држе лоптице.

Ова студија указује на то да ефикасност примене симулације зависи од карактеристика садржаја који треба усвојити.

#### 3.3.4. Модел употребе симулације за усвајање основних математичких концепата

Симулације се често користе за усвајање основних математичких појмова и операција. У овом поглављу је приказан пример модела употребе симулације у настави математике са ученицима трећег разреда (8-9 година) (García & Pacheco, 2013).

Симулација описана у поменутој студији у потпуности се заснива на конструктивистичким принципима учења. Развијена је по моделу који обухвата следеће три основне компоненте: улаз (веб базирани садржаји учења и карактеристике интерактивне платформе), процес учења (иницирање, анализа, дизајн, имплементација, евалуација, учење) и излаз (конструктивистичко учење). У фазама учења и евалуације, учитељ има кључну улогу координатора активности ученика. Платформа је отворена да учитељ у фази дизајна самостално додаје потребне садржаје и бира интерактивне сценарије. Путем онлајн сесија, учитељ може да опсервира понашање и напредак ученика. Поред тога, окружење за учење, садржај учења и циљеви учења могу бити прилагођени сваком ученику. Платформа садржи и комуникациони интерфејс како би ученици комуницирали са учитељом, али и другим ученицима које одаберу као сараднике на задатку. Поред тога, постоји подршка у облику упутства о томе како симулација функционише, као и примери решавања проблема.

Пример једне лекције обухваћене овим софтвером о сабирању и одузимању подразумева да ученици повезују симболе, вербалне исказе и приказано ситуационо окружење. На пример, симболима је приказано која два броја треба сабрати, а речима је написано колико је потребно додати рибица у води (ситуационо окружење). На основу тога,

ученици треба да додају или одузму одређен број рибица како би дошли до траженог решења, при чему свако додавање/одузимање приказује резултат акције у реалном времену.

Очекивани исходи примене овог модела могу варирати у зависности од тога који сценарио учења се примењује и које садржаје обухвата. Ипак могу се издвојити следећи општи исходи:

- Ученици су побољшали разумевање једноставних математичких операција;
- Ученици су мотивисани за учење математике;
- Ученици су развили вештине колаборативног учења, социјалне интеракције и дискусије.

Резултати примене овог модела указују на позитивне ефекте на мотивацију ученика, колаборативне вештине и дискусију (Garcia & Pacheco, 2013).

### **3.4. Модел примене Web 2.0 алата за развој комуникационе и научне писмености ученика разредне наставе**

Примена Web 2.0 алата заснива се на конструктивистичким теоријама учења које су основа за организацију колаборативног учења и употребу језика, односно размену идеја и знања (Kuzmanović i Papić, 2017). Самим тим, примена ових алата може бити од велике користи ученицима у првом циклусу основног образовања када развијају базичне компоненте писмености. Због тога што преглед литературе указује на то да се ефекти примене веб алата углавном испитују код старијих ученика и студената, неопходно је детаљније испитати ефекте примене колаборативних алата и код ученика млађег узраста. У наставку су приказани модели примене појединих алата који се могу користити у различитим контекстима и на различите начине у зависности од циљева и садржаја учења.

#### **3.4.1. Модел примене вики страница за размену и синтезу научног текста**

Аутори овог модела (Pifarré & Staarman, 2011) у својој студији су ученике узраста 9-10 година груписали у неколико парова који су радили на заједничком задатку. Процес колаборативног учења уз помоћ вики страница садржао је следеће фазе:

- Ученици су приликом три сусрета најпре упознати са колаборативним учењем уз помоћ лекција које су се заснивале на дијалогу и дискусији. На овај начин ученици су били припремљени за учење у групи и размену идеја, односно схватили су значај разговора и речи у решавању проблема. Како би ученици покренули и развијали дискусију, наставник је подстицао ученике да користе неколико типова отворених питања/реченица за размену идеја: давање информације (нпр. фраза која почиње са „према мом мишљењу...“), тражење од некога да изнесе своју тачку гледишта, исказивање неслагања/слагања, као и резимирање дискусије и синтеза.
- У другој фази учења, ученици су истраживали о теми живота на Марсу тако што су претраживали, бирали и евалуирали изворе информација. Сваки пар је написао текст о својим идејама на папиру;
- У трећој фази, сви парови ученика су укључени у рад са вики страницом која је садржала белешке свих парова из претходне фазе, а које су могли да читају и уређују. За потребе примене овог модела учења, коришћен је МедијаВики (MediaWiki) алат. Окружење је организовано тако да је страница садржала два вертикална дела. Један део је садржао инструкције о употреби вики-ја и почетне

текстове свих парова, док је други део садржао простор за дискусију о томе које делове почетног текста треба убацити у коначни текст и простор за писање. И у овој фази, ученици су користили помоћне фразе за аргументовање идеја и постављање питања. Кроз дискурсе, ученици размењују идеје, разматрају их различитих углова и подстакнути су да идеје повезују са свакодневним животом (Ђорић, 2018).

Очекивани ефекти примене овог модела су:

- Ученици су вешти у употреби интернета за претраживање и селекцију информација;
- Ученици разумеју тему о којој су дискутовали;
- Ученици су развили вештине размене идеја, аргументације свог размишљања, употребе идеје других чланова за стварање нових идеја, поштовања туђег размишљања;
- Ученици вешто користе колаборативна окружења за учење са аспекта примене технологије.

Анализа садржаја који су ученици размењивали указује на то да су ученици користили експлоративни разговор како би решавали проблем аргументовањем (Pifarré & Staarman, 2011). Уочена је и примена кумулативног стила интеракције који подразумева да ученици конструишу заједничко знање прикупљањем заједничких идеја из друге фазе. Такође, ученици су проширивали и богатали свој текст додавањем идеја и са образложењима зашто врше одређене измене у тексту. У завршној фази писања, ученици су вршили и измене независно од других парова, на основу својих одлука. Такође, показало се да је квалитетнија садржина текста који су састављали сви парови у односу на текстове појединачних парова чиме се функција колаборативног учења у потпуности остварила.

Овај модел учења се може применити на већину наставних садржаја. На овај начин ученици се упознају са начином решавања проблема кроз размену идеја, а теме дискусије могу бити веома разнолике – од решавања математичких проблема до дискусије о природним и друштвеним појавама. Са друге стране, у настави информатике се може искористити мултидисциплинарни приступ приликом чега би ученици усвајали начин употребе технологије и развијали дигиталну писменост, а уједно развијали вештине колаборативног учења и усвајали садржај који истражују.

#### 3.4.2. Модели примене виртуелне колаборације области математике и науке

У овом поглављу су описани могући начини примене два алата за виртуелну колаборацију препоручених у литератури (Cicconi, 2014). Примена ових софтвера је фокусирана на математичке и научне садржаје, али се они такође могу користити и у другим областима учења.

Voki је онлајн алат намењен за размену идеја употребом аватара. Ученици најпре бирају лик из базе аватара коју алат садржи којим ће се представљати. Потом аватару додељују глас којим ће комуницирати. Како би причао о својим идејама, ученик може куцати текст, користити микрофон или постављати снимак свог гласа. На тај начин, у улози одабраног аватара, ученици могу излагати одређени садржај или препричавати своја искуства наставницима, родитељима и другим ученицима. Такође, ученик може прегледати пројекте својих вршњака и давати или тражити повратне информације.

У контексту усвајања научних садржаја, ученик може описивати једноставне научне експерименте, одређене природне појаве и слично, а други ученици могу стицати нова знања и кроз повратне информације размењивати искуства.

VoiceThread је онлајн алат који омогућава учитељима да постављају материјале различитих формата, а које ученици могу користити за учење у колаборативном окружењу. Када се поставе материјали, ученици имају прилику да бирају начин комуникације са другим ученицима. Тако ученици могу куцати текст, снимати говор или додавати наснимљену аудио датотеку. Поред тога, овај алат омогућава ученицима остављају белешке на документима, сликама, видео материјалима и оловком означавају делове садржаја. Приликом додавања нових коментара, старе белешке нестају како не би дошло до конфузије.

Описани алат се може користити већ са ученицима предшколског узраста. Пример употребе алата за учење основних математичких операција је употребом слајдова (Cicconi, 2014). Први слајд је садржао приказ објеката (нпр. воћа, животиња) подељен у две стране приликом чега су ученици требали да одреде на којој страни је већи број објеката. У овом примеру употребе, ученици су користили оловку да заокружују објекте док броје наглас, док су то неки чинили визуелно. Приликом одређивања која страна садржи више објеката, ученици су гледали и слушали коментаре и објашњења својих вршњака. Други слајд је садржао видео материјал у коме је приказан поступак дељења две гомиле колачића исте величине у више делића при чему је од ученика тражено да одреде која гомила има више делића колачића. Ученици су комуницирали на сличан начин чиме су подстакли метакогнитивно размишљање и међусобно се помагали у учењу. На трећем слајду су ученици имали задатак да сликовито прикажу употребу оператора „веће од“ и „мање од“. Након тога су међусобно разматрали различите приказе. У зависности од узраста ученика, постављени садржај учења може бити сложенији и покривати различите области.

Описани алати заснивају се на конструктивистичкој теорији Виготског, односно концепту зоне наредног развоја (Cicconi, 2014). Самим тим њихова употреба подразумева учење кроз вршњачку интеракцију напреднијих и мање напредних ученика, односно ученика који имају више и мање знања или вештина у одређеној области.

Након примене описаних софтвера, може се очекивати да ће ученици побољшати разумевање садржаја који је обухваћен, као и то да ће ученици разумети улогу усмене и писане речи у решавању проблема и учењу. Поред тога, може се очекивати да ће употреба ових алата оспособити ученике за употребу сличних алата за колаборативно учење. Ипак, рад са млађим ученицима захтева посебну припрему од стране учитеља, како са аспекта одабира и креирања материјала на коме ће ученици радити, тако и са аспекта обучавања ученика да користе алате.

### 3.4.3. Модел употребе блога за унапређење вештина писања, комуникације и размене идеја

Иако не постоји велики број студија које се баве ефектима примене блогова и уопште Web 2.0 алата у разредној настави, показао се позитиван утицај употребе блогова на развој писмености ученика, како опште, језичке (Chen et al., 2011 према Liu, Lu, Wu, Tsai, 2016), тако и посебних, као што је научна писменост код старијих ученика (Pifarré, Guijosa, & Argelagós, 2014).

Аутори модела употребе блогова (Wong & New, 2012) који је описан у наставку, блогове користе као алат за писање прича чији је циљ да ученици побољшају вештине писања. Током прве седмице истраживања, ученици су упознати са појмом блоговања, креирањем налога за блог и начином за позивање других ученика који ће моћи да читају и коментаришу написане текстове. У другој седмици, учитељи су припремили писано упутство за ученике које је усмеравало процес писања, а које се заснивало на моделовању употребе везника, фраза које се односе на опис окружења, акције и крај приче. Поред тога, ученици су добили списак питања која су им помагала да планирају причу (нпр. Ко?, Када?, Шта се догодило после? итд.) Процес израде приче садржао је неколико фаза:

- Ученици су најпре написали прву верзију своје приче на задату тему водећи се постављеним питањима;
- У другој фази ученици су свој текст прекопирани у програм за обраду текста како би користили опције провере спеловања и броја речи (минималан број речи био је један од захтева који су ученици требали да испуне). Садржај кориговане верзије, ученици су поново прекопирани у садржај блога;
- У трећој фази ученици су међусобно коментарисали блогове при чему су указивали на употребу вокабулара. На основу коментара вршњака, ученици су поставили трећу верзију своје приче;
- У четвртој фази, ученици су креирали завршне верзије свог текста на основу коментара других ученика које су добили поново за трећу верзију приче. У овој фази, ученици су коментарисали развој приче и важност идеја њихових вршњака.

Очекивани ефекти примене овог модела углавном се заснивају на побољшању вештина писања, као и размене коментара, али и подстицању позитивних ставова ученика према оваквом облику учења. Ипак, примена овог модела се може посматрати и у специфичнијим контекстима учења. Креирање прича омогућава ученицима да кроз читање и писање систематизују своје идеје и развију висок ниво комуникације (Banister & Ryan, 2001 према Ђорић, 2018). На пример, ученицима се може поставити задатак да напишу текст о садржају који су учили из области физике, биологије или неке друге области, а потом врше међусобну евалуацију садржаја. На тај начин, ученици вежбају употребу речи у научном контексту, усвајају нове речи и богате вокабулар, док са друге стране утврђују правописна и граматичка правила којих се треба придржавати и јачати језичку писменост.

Резултати примене овог модела указали су на то да су ученици побољшали вештине писања, али да ученици нису значајно унапредили вештине које односе на писање самог садржаја (Wong & New, 2012). Такође се показало да ученици позитивно вреднују употребу блогова као алата за писање, али и да сматрају да су коментари других ученика позитивно утицали на њихове вештине писања. Међутим, показало се да ученици који спорије куцају више преферирају писање на папиру што указује на то да се приликом употребе блогова са ученицима млађег узраста може појавити и тај нежељени фактор.

У другој студији, ученици су издвојили следеће предности употребе блога (Ebrecht, Betty &, Heng-Yu, 2014):

- Препознали су употребу блогова као занимљив начин учења и нови начин писања;
- Сматрају да блогови могу унапредити вештине читања и писања, као и да могу проширити вокабулар;

- Сматрају да је корисно писање за аутентичну публику (конкретно наставнике и друге ученике);
- Исказали су да су уживали у помагању другим ученицима да пишу;
- Препознали су да су кроз блогове научили да користе друштвене платформе и усвојили технолошке вештине које су им неопходне у будућности.

Аутори исте студије издвајају и следеће препоруке када учитељи планирају употребу блогова са ученицима разредне наставе: мењати тежину захтева од једноставнијег ка сложенијем, поставити високе, али достижне циљеве употребе блогова; обучити ученике о томе како да дају квалитетне коментаре; често мењати теме или омогућити ученицима да бирају теме на основу својих интересовања; укључивати коментаре од стране учитеља; груписати ученике у мање група приликом писања блога.

### **3.5. Методологија истраживања: Узрасне карактеристике ученика и њихови ставови према учењу програмирања у разредној настави**

Предмет истраживања је утврђивање утицаја узраста ученика и њихове успешности у решавању проблемских задатака на ставове према програмирању.

Циљ спроведеног истраживања које је засновано на претходно описаном моделу примене платформе code.org (поглавље 3.1) је утврдити ефекте примене Курса 2 (у оквиру code.org окружења) на ученике који похађају прва четири разреда основне школе и да ли неадекватна примена овог алата може негативно утицати на ставове ученика према програмирању.

У овом истраживању су идентификоване следеће варијабле:

Независна варијабла: узраст ученика – ученици су подељени у две групе, млађе ученике првог и другог разреда (7-8 година) и старије ученике трећег и четвртог разреда (9-10 година).

Зависне варијабле: број задатака које су ученици успешно решили; ставови ученика према програмирању у code.org окружењу.

#### **3.5.1. Хипотезе истраживања о ставовима ученика разредне наставе према програмирању и њиховој успешности у решавању проблема**

На основу прегледа литературе издвојене су следеће хипотезе истраживања:

X1: Не постоје статистички значајне разлике у ставовима према програмирању између млађе и старије групе ученика који нису користили code.org платформу за учење програмирања.

X2: Постоје статистички значајне разлике у ставовима према програмирању између млађе и старије групе ученика након употребе code.org платформе за учење програмирања.

Хипозета (X1) која се односи на претпоставку да не постоје разлике у ставовима према програмирању млађих и старијих ученика који нису користили code.org заснива се на чињеници да не постоје истраживања која доказују значајне разлике у ставовима ученика различитог узраста према програмирању, а који нису користили алате за програмирање. Студије су већ показале позитивне ефекте примене code.org на ставове ученика према програмирању (Kalelioğlu, 2015; Du, Wimmer & Rada, 2016). Због тога, циљ овог истраживања је утврђивање да ли на процену ставова према програмирању може утицати узраст ученика, тј. да ли се млађа група ученика (1.и 2. разред) статистички разликује у процени ставова према програмирању у односу на старију групу ученика (3. и 4. разреда) након употребе code.org.



ХЗ: Постоје статистички значајне разлике у успешности у решавању проблемских задатака између млађе и старије групе ученика.

У вези са претходним хипотезама, очекује се да ће старији ученици бити успешнији у решавању проблемских задатка због садржајних карактеристика задатака који су обухваћени. Међутим, циљ овог истраживања није испитивање успешности саме по себи јер је сасвим оправдано очекивати да ће старији ученици бити успешнији, већ утврдити да ли лошија успешност у решавању задатка утиче на ниже вредновање ставки у вези са програмирањем и употребом code.org.

### 3.5.2. Инструмент за процену ставова ученика према програмирању и платформи

Инструмент коришћен у овом истраживању прилагођен је на основу упитника за процену вештина за рефлексивно размишљање (Reflective Thinking Skill Scale) (Kalelioğlu, 2015), упитника из Ламбић (Lambić, 2010) и упитника за процену ставова према програмирању (Computer Programming Attitude Scale questionnaire) (Cetin & Ozden, 2014). Изабране су само појединачне ставке из наведених упитника које су прилагођене вокабулару ученика узраста од 7 – 10 година. Ставке које су биле проблематичне за разумевање ученика су искључене. У првој фази истраживања за ученике који нису имали искуства са употребом било које платформе за програмирање, искључене су ставке под редним бројевима од 8 -16 јер се односе на процену искуства употребе code.org алата и програмирања уопште. Иако испитивање ставова ученика на овом узрасту може бити деликатан посао, аутори користе Ликертову скалу за процену ставова ученика сличног узраста према окружењима за програмирање (Paparvasoroulou, Sharma & Giannakos, 2018).

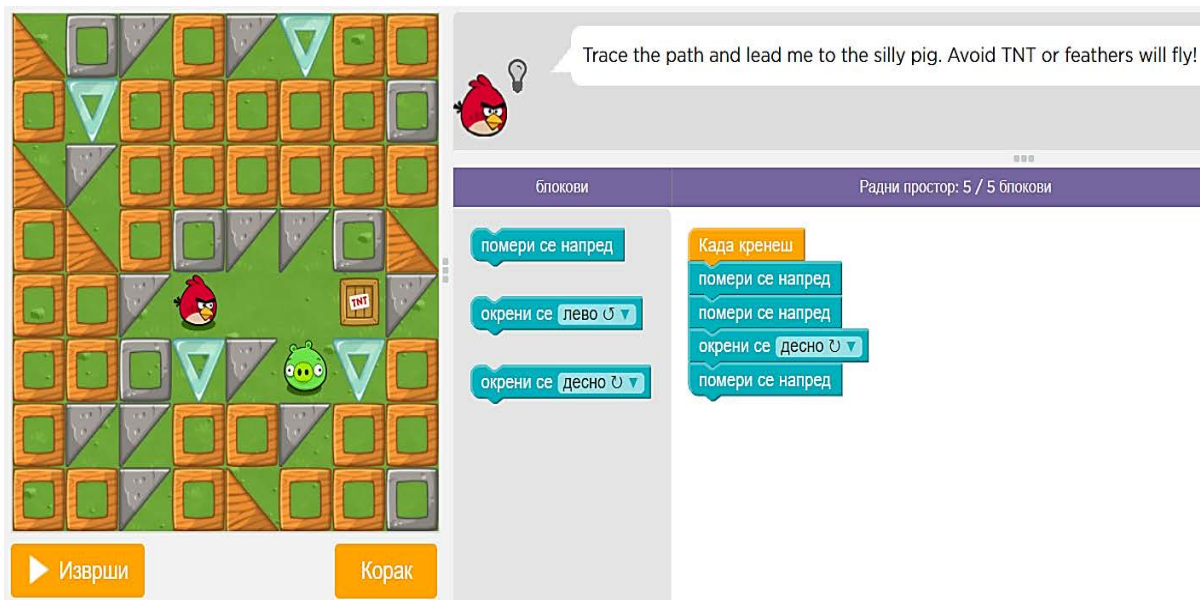
Због повећаног ризика да је млађим ученицима тешко да изврше процену и да разумеју ставке, бројни аутори препоручују да се примењује наглас читање исказа и давање додатних објашњења ученицима како би се избегле нејасноће у разумевању, али и употребу сликовитих приказа емоција на људским лицима како би се приближило значење скале (Kiss, 2018; Peleg & Tsabari, 2011). Такође, истиче се важност прилагођавања питања према когнитивним и језичким капацитетима ученика на том узрасту. На пример, аутори (Kiss, 2018) користе фокус групе за утврђивање разумевања ставки (нпр. питала је ученике „Шта значи бити успешан математичар?“) на основу чега је упитник боље прилагођен ученицима.

Сходно наведеном, пре почетка попуњавања упитника, наставник је прво постављао питања ученицима како би утврдио да ли су ученици упознати са концептом програмирања (нарочито оним ученицима који нису радили у code.org окружењу). Наставник је објаснио да су апликације које користимо на рачунару, таблет уређајима или телефонима (било да је реч о апликацијама за обраду текста, игрицама, калкулатору, софтверима за пуштање музике...) резултат програмирања. Након тога наставник је дискутовао о томе са ученицима прикљупљајући информације о њиховом искуству и према томе прилагођавао објашњења. Наставник је читао питање по питање давајући објашњења за свако, као и за петостепену скалу процене. Приликом објашњавања скале процене, наставник је фацијалном експресијом ученицима сугерисао значење сваке понуђене опције. На основу повратних информација, наставник је вршио процену да ли неко питање треба поновити или га појаснити.

### 3.5.3. Методе истраживања о ставовима ученика разредне наставе према програмирању и њиховој успешности у решавању проблема

За потребе овог истраживања коришћена је експериментална метода са финалним проценама. Најпре су испитани ставови према програмирању на независном узорку ученика који нису обухваћени експериментом. Ученици обухваћени експериментом, подељени су у групе у зависности од разреда који похађају. Такође, ученици из свих група (сва четири разреда) нису имали искуства са коришћењем платформи за учење програмирања. Након груписања ученика, спроведен је експеримент који је трајао четири недеље на крају школске године. Због тога што је истраживање урађено пред крај школске године, ученици су обрадили све садржаје предвиђене планом и програмом. У првој недељи ученици су добили упутства како се користи code.org окружење. У преостале три седмице су решавали задатке обухваћене Курсом 2 у окружењу code.org (<https://studio.code.org/s/course2>) по 30 минута. У четвртој седмици је утврђен укупан број урађених задатака за сваког ученика појединачно. Након тога, ученици су попуњавали упитник за процену корисности code.org окружења и ставова према програмирању.

Окружење code.org је визуелно кружење за учење програмирања које се базира на састављању блокова. Овим курсом обухваћени су концепти алгорита, варијабли, петљи, функција, услова итд. (Kalelioğlu, 2015). Ова платформа је преведена на велики број језика, због чега је применљива широм света. Курс 2 намењен је деци старијој од 6 година која немају искуства са програмирањем. Овај курс обухвата задатке различитих захтева: препознавање и дефинисање путање, оријентацију објеката у одређеном правцу (лево, десно, за одређен број степени), алгоритамско решавање проблема, креирање игара итд. На слици 3.5-1 су приказани примери задатака са решењима.



Let's draw this robot's head! Can you make a square with sides that are 100 pixels?

блокови Радни простор:

мери напред за 100 пиксели

окрени се десно за 90 степени

окрени се лево за 90 степени

скочи напред за 100 пиксели

понављај ??? пута

понављај 4 пута

мери напред за 100 пиксели

окрени се десно за 90 степени

Почни поново

Use what you learned to get me to the sunflower!

блокови Радни простор: 6 / 6

мери се напред

окрени се лево

окрени се десно

понављај ??? пута

Када кренеш

понављај 5 пута

мери се напред

окрени се десно

мери се напред

окрени се лево

Изврши

Корак

Упутства

Try to figure out what happens if you run this code (or just press "Run" and try enough times to complete the drawing!

блокови Радни простор: 5 / 7 блокови

мери напред за 100 пиксели

окрени се десно за 90 степени

окрени се лево за 90 степени

понављај ??? пута

Када кренеш

понављај 8 пута

постави боју насумична боја

мери напред за 100 пиксели

мери назад за 100 пиксели

окрени се десно за 45 степени

Почни поново

Слика 3.5-1 Примери задатака са решењима у Курсу 2 (<https://studio.code.org/s/course2>)

### 3.5.4. Узорак ученика обухваћен у истраживању о ставовима ученика разредне наставе према програмирању и њихове успешности у решавању проблема

Узорак је чинило укупно 293 ученика од 1. до 4. разреда од којих је у експерименталном делу истраживања учествовало 147 ученика: 77 ученика првог и другог разреда (7 и 8 година) и 70 ученика трећег и четвртог разреда (9 и 10 година). У првом, неексперименталном делу истраживања (које је подразумевало само анкетање ученика) учествовало је 146 ученика: 69 ученика првог и другог разреда (7 и 8 година) и 77 ученика трећег и четвртог разреда (9 и 10 година). Ученици су груписани као млађа група ученика (ученици 1. и 2. разреда) и старија група ученика (ученици 3. разреда и 4. разреда).

У табели 3.5.4-1 приказана је структура узорка.

Табела 3.5.4-1 Структура узорка за први и други део истраживања

Разред	Узорак за први део истраживања (неекспериментални део)	Узорак за други део истраживања (експериментални део)
Први и други разред	69	77
Трећи и четврти разред	77	70
Укупно:	146	147

Истраживање је спроведено у две основне школе: ОШ „Горња Варош“ у Београду и ОШ „Танаско Рајић“ у Чачку.

Истраживање је спроведено у току маја 2016. године.

Ток истраживања:

- Први део истраживања је спроведен ради утврђивања да ли постоје разлике између млађих и старијих ученика (који нису имали искуства са програмирањем) у процени ставова према програмирању. За ову групу ученика из упитника су избачене ставке које се односе на процену корисности code.org окружења;
- Други део истраживања подразумева експериментални део истраживања са другим узорком ученика који су током четири недеље радили задатке у code.org окружењу. У првој седмици истраживања, ученици су добили инструкције о употреби code.org. У преосталим седмицама, ученици су радили задатке по 30 минута седмично;
- У последњој седмици истраживања, утврђен је укупан број задатака које су ученици појединачно успели да реше;
- У последњој фази истраживања, ученици су попуњавали упитник који се односи на процену ставова према code.org окружењу и програмирању.

### 3.5.5. Резултати – постојање разлика између млађе и старије групе ученика који нису користили code.org платформу у процени ставова према програмирању

За утврђивање постојања разлика у процени ставова према програмирању млађе и старије групе ученика, а који нису користили платформе за учење програмирања, коришћен је тест BEST (Bayesian Estimation Supersedes the t-test) (Kruschke, 2013).

Резултати анализе приказани су у табели 3.5.5-1.

Табела 3.5.5-1 Процена ставова према програмирању ученика који нису користили code.org

Икази	Разред	Н	М	С.Д.	95% Интерв. HDI	СКВ*
1. Програмирање је тешко.	1-2	69	3,45	1,595	-0,857; 0,147	-0,368
	3-4	77	3,81	1,338		
2. Питам се „Чему програмирање служи?“	1-2	69	2,46	1,471	-0,147; 0,765	0,302
	3-4	77	2,17	1,197		
3. Желим да наставним образовање на факултету где се учи програмирање	1-2	69	3,06	1,504	-0,565; 0,421	-0,078
	3-4	77	3,13	1,417		
4. Распитујем се како постати програмер.	1-2	69	2,78	1,423	-0,392; 0,593	0,100
	3-4	77	2,69	1,444		
5. Можда ћу у будућности користити програмирање.	1-2	69	3,06	1,494	-0,772; 0,182	-0,282
	3-4	77	3,34	1,304		
6. Сама идеја о програмирању ме чини нервозним/ом.	1-2	69	2,28	1,423	-0,129; 0,728	0,306
	3-4	77	1,97	1,158		
7. Желим да знам више о програмирању.	1-2	69	3,97	1,236	-0,579; 0,109	-0,225
	3-4	77	4,16	1,182		

\*Средње кредибилне вредности

Као што се може видети у табели 3.5.5-1, не постоје кредибилне статистички значајне разлике у ставовима према програмирању ученика који нису користили code.org платформу. HDI (Highest Density Interval) вредности за сваку ставку укључују вредност нула.

Старија група ученика најпозитивније процењује ставку којом исказују да желе да знају више о програмирању ( $M = 4,16$ ), а најниже процене дају за две ставке са негативном формулацијом (ставке 2 и 6). Ови ученици дају ниске процене за страх према програмирању ( $M = 1,97$ ) и ставку која се односи на преиспитивање чему програмирање служи ( $M = 2,17$ ). Ипак, ученици сматрају да је програмирање тешко ( $M = 3,81$ ). Слична ситуација је и са млађом групом ученика која најизраженије исказује мишљење да је програмирање тешко ( $M = 3,45$ ), и да желе да знају више о програмирању ( $M = 3,97$ ). И ова група ученика најниже процене даје за ставке које се односе на страх од програмирања ( $M = 2,28$ ) и разумевање шта је сврха програмирања ( $M = 2,46$ ).

3.5.6. Резултати – постојање разлика између млађе и старије групе ученика који су користили code.org платформу у процени ставова према code.org платформи и програмирању

За утврђивање постојања разлика у процени ставова према програмирању млађе и старије групе ученика, а који су користили code.org окружење, коришћен је тест BEST (Bayesian Estimation Supersedes the t-test) (Kruschke, 2013). Резултати анализе приказани су у табели 3.5.6-1.

Табела 3.5.6-1 Процена ставова према програмирању и code.org ученика који су користили code.org

Искази	Разред	N	M	С.Д.	95% Интерв. HDI	СКВ *																																																																																																																																																																		
1. Програмирање је тешко.	1-2	77	3,06	1,533	0,152; 1,16	0,672																																																																																																																																																																		
	3-4	70	2,41	1,460			2. Питам се „Чему програмирање служи?“	1-2	77	2,19	1,318	0,567; 0,999	0,792	3-4	70	1,70	1,159	3. Желим да наставним образовање на факултету где се учи програмирање.	1-2	77	3,57	1,381	-0,992; -0,0885	-0,529	3-4	70	4,06	1,328	4. Распитујем се како постати програмер.	1-2	77	3,61	1,406	-0,974; -0,0910	-0,536	3-4	70	4,11	1,269	5. Можда ћу у будућности користити програмирање.	1-2	77	3,57	1,381	-1,09; -0,680	-0,894	3-4	70	4,06	1,328	6. Сама идеја о програмирању ме чини нервозним/ом.	1-2	77	2,21	1,361	0,315; 0,908	0,614	3-4	70	1,71	1,193	7. Желим да знам више о програмирању.	1-2	77	3,78	1,475	-0,756; -0,178	-0,466	3-4	70	4,27	1,262	8. Програмирање олакшава живот.	1-2	77	3,84	1,309	-0,993; -0,541	-0,773	3-4	70	4,29	1,131	9. Осећам се уплашено док програмирам.	1-2	77	2,18	1,285	0,576; 1,01	0,801	3-4	70	1,73	1,227	10. Досадно ми је док програмирам.	1-2	77	2,13	1,361	0,277; 0,842	0,559	3-4	70	1,60	1,122	11. Желим да користим code.org код куће.	1-2	77	3,84	1,298	-0,985; -0,518	-0,764	3-4	70	4,36	1,192	12. Желим да завршим све задатке у code.org	1-2	77	3,90	1,252	-0,985; -0,562	-0,786	3-4	70	4,36	1,192	13. Трудим се да задатак урадим најбоље што умем.	1-2	77	4,30	0,889	-0,592; -0,00496	-0,275	3-4	70	4,61	0,967	14. Не одустајем док не решим задатак правилно.	1-2	77	4,13	1,104	-0,900; -0,349	-0,625	3-4	70	4,49	1,073	15. Желим да code.org буде популаран и у другим школама.	1-2	77	4,22	1,059	-0,726; -0,0864	-0,385	3-4	70	4,59	0,970	16. Желим да користим сличне алате за програмирање.	1-2	77	4,05	1,123	-0,980; -0,542	-0,774	3-4
2. Питам се „Чему програмирање служи?“	1-2	77	2,19	1,318	0,567; 0,999	0,792																																																																																																																																																																		
	3-4	70	1,70	1,159			3. Желим да наставним образовање на факултету где се учи програмирање.	1-2	77	3,57	1,381	-0,992; -0,0885	-0,529	3-4	70	4,06	1,328	4. Распитујем се како постати програмер.	1-2	77	3,61	1,406	-0,974; -0,0910	-0,536	3-4	70	4,11	1,269	5. Можда ћу у будућности користити програмирање.	1-2	77	3,57	1,381	-1,09; -0,680	-0,894	3-4	70	4,06	1,328	6. Сама идеја о програмирању ме чини нервозним/ом.	1-2	77	2,21	1,361	0,315; 0,908	0,614	3-4	70	1,71	1,193	7. Желим да знам више о програмирању.	1-2	77	3,78	1,475	-0,756; -0,178	-0,466	3-4	70	4,27	1,262	8. Програмирање олакшава живот.	1-2	77	3,84	1,309	-0,993; -0,541	-0,773	3-4	70	4,29	1,131	9. Осећам се уплашено док програмирам.	1-2	77	2,18	1,285	0,576; 1,01	0,801	3-4	70	1,73	1,227	10. Досадно ми је док програмирам.	1-2	77	2,13	1,361	0,277; 0,842	0,559	3-4	70	1,60	1,122	11. Желим да користим code.org код куће.	1-2	77	3,84	1,298	-0,985; -0,518	-0,764	3-4	70	4,36	1,192	12. Желим да завршим све задатке у code.org	1-2	77	3,90	1,252	-0,985; -0,562	-0,786	3-4	70	4,36	1,192	13. Трудим се да задатак урадим најбоље што умем.	1-2	77	4,30	0,889	-0,592; -0,00496	-0,275	3-4	70	4,61	0,967	14. Не одустајем док не решим задатак правилно.	1-2	77	4,13	1,104	-0,900; -0,349	-0,625	3-4	70	4,49	1,073	15. Желим да code.org буде популаран и у другим школама.	1-2	77	4,22	1,059	-0,726; -0,0864	-0,385	3-4	70	4,59	0,970	16. Желим да користим сличне алате за програмирање.	1-2	77	4,05	1,123	-0,980; -0,542	-0,774	3-4	70	4,47	1,073								
3. Желим да наставним образовање на факултету где се учи програмирање.	1-2	77	3,57	1,381	-0,992; -0,0885	-0,529																																																																																																																																																																		
	3-4	70	4,06	1,328			4. Распитујем се како постати програмер.	1-2	77	3,61	1,406	-0,974; -0,0910	-0,536	3-4	70	4,11	1,269	5. Можда ћу у будућности користити програмирање.	1-2	77	3,57	1,381	-1,09; -0,680	-0,894	3-4	70	4,06	1,328	6. Сама идеја о програмирању ме чини нервозним/ом.	1-2	77	2,21	1,361	0,315; 0,908	0,614	3-4	70	1,71	1,193	7. Желим да знам више о програмирању.	1-2	77	3,78	1,475	-0,756; -0,178	-0,466	3-4	70	4,27	1,262	8. Програмирање олакшава живот.	1-2	77	3,84	1,309	-0,993; -0,541	-0,773	3-4	70	4,29	1,131	9. Осећам се уплашено док програмирам.	1-2	77	2,18	1,285	0,576; 1,01	0,801	3-4	70	1,73	1,227	10. Досадно ми је док програмирам.	1-2	77	2,13	1,361	0,277; 0,842	0,559	3-4	70	1,60	1,122	11. Желим да користим code.org код куће.	1-2	77	3,84	1,298	-0,985; -0,518	-0,764	3-4	70	4,36	1,192	12. Желим да завршим све задатке у code.org	1-2	77	3,90	1,252	-0,985; -0,562	-0,786	3-4	70	4,36	1,192	13. Трудим се да задатак урадим најбоље што умем.	1-2	77	4,30	0,889	-0,592; -0,00496	-0,275	3-4	70	4,61	0,967	14. Не одустајем док не решим задатак правилно.	1-2	77	4,13	1,104	-0,900; -0,349	-0,625	3-4	70	4,49	1,073	15. Желим да code.org буде популаран и у другим школама.	1-2	77	4,22	1,059	-0,726; -0,0864	-0,385	3-4	70	4,59	0,970	16. Желим да користим сличне алате за програмирање.	1-2	77	4,05	1,123	-0,980; -0,542	-0,774	3-4	70	4,47	1,073																			
4. Распитујем се како постати програмер.	1-2	77	3,61	1,406	-0,974; -0,0910	-0,536																																																																																																																																																																		
	3-4	70	4,11	1,269			5. Можда ћу у будућности користити програмирање.	1-2	77	3,57	1,381	-1,09; -0,680	-0,894	3-4	70	4,06	1,328	6. Сама идеја о програмирању ме чини нервозним/ом.	1-2	77	2,21	1,361	0,315; 0,908	0,614	3-4	70	1,71	1,193	7. Желим да знам више о програмирању.	1-2	77	3,78	1,475	-0,756; -0,178	-0,466	3-4	70	4,27	1,262	8. Програмирање олакшава живот.	1-2	77	3,84	1,309	-0,993; -0,541	-0,773	3-4	70	4,29	1,131	9. Осећам се уплашено док програмирам.	1-2	77	2,18	1,285	0,576; 1,01	0,801	3-4	70	1,73	1,227	10. Досадно ми је док програмирам.	1-2	77	2,13	1,361	0,277; 0,842	0,559	3-4	70	1,60	1,122	11. Желим да користим code.org код куће.	1-2	77	3,84	1,298	-0,985; -0,518	-0,764	3-4	70	4,36	1,192	12. Желим да завршим све задатке у code.org	1-2	77	3,90	1,252	-0,985; -0,562	-0,786	3-4	70	4,36	1,192	13. Трудим се да задатак урадим најбоље што умем.	1-2	77	4,30	0,889	-0,592; -0,00496	-0,275	3-4	70	4,61	0,967	14. Не одустајем док не решим задатак правилно.	1-2	77	4,13	1,104	-0,900; -0,349	-0,625	3-4	70	4,49	1,073	15. Желим да code.org буде популаран и у другим школама.	1-2	77	4,22	1,059	-0,726; -0,0864	-0,385	3-4	70	4,59	0,970	16. Желим да користим сличне алате за програмирање.	1-2	77	4,05	1,123	-0,980; -0,542	-0,774	3-4	70	4,47	1,073																														
5. Можда ћу у будућности користити програмирање.	1-2	77	3,57	1,381	-1,09; -0,680	-0,894																																																																																																																																																																		
	3-4	70	4,06	1,328			6. Сама идеја о програмирању ме чини нервозним/ом.	1-2	77	2,21	1,361	0,315; 0,908	0,614	3-4	70	1,71	1,193	7. Желим да знам више о програмирању.	1-2	77	3,78	1,475	-0,756; -0,178	-0,466	3-4	70	4,27	1,262	8. Програмирање олакшава живот.	1-2	77	3,84	1,309	-0,993; -0,541	-0,773	3-4	70	4,29	1,131	9. Осећам се уплашено док програмирам.	1-2	77	2,18	1,285	0,576; 1,01	0,801	3-4	70	1,73	1,227	10. Досадно ми је док програмирам.	1-2	77	2,13	1,361	0,277; 0,842	0,559	3-4	70	1,60	1,122	11. Желим да користим code.org код куће.	1-2	77	3,84	1,298	-0,985; -0,518	-0,764	3-4	70	4,36	1,192	12. Желим да завршим све задатке у code.org	1-2	77	3,90	1,252	-0,985; -0,562	-0,786	3-4	70	4,36	1,192	13. Трудим се да задатак урадим најбоље што умем.	1-2	77	4,30	0,889	-0,592; -0,00496	-0,275	3-4	70	4,61	0,967	14. Не одустајем док не решим задатак правилно.	1-2	77	4,13	1,104	-0,900; -0,349	-0,625	3-4	70	4,49	1,073	15. Желим да code.org буде популаран и у другим школама.	1-2	77	4,22	1,059	-0,726; -0,0864	-0,385	3-4	70	4,59	0,970	16. Желим да користим сличне алате за програмирање.	1-2	77	4,05	1,123	-0,980; -0,542	-0,774	3-4	70	4,47	1,073																																									
6. Сама идеја о програмирању ме чини нервозним/ом.	1-2	77	2,21	1,361	0,315; 0,908	0,614																																																																																																																																																																		
	3-4	70	1,71	1,193			7. Желим да знам више о програмирању.	1-2	77	3,78	1,475	-0,756; -0,178	-0,466	3-4	70	4,27	1,262	8. Програмирање олакшава живот.	1-2	77	3,84	1,309	-0,993; -0,541	-0,773	3-4	70	4,29	1,131	9. Осећам се уплашено док програмирам.	1-2	77	2,18	1,285	0,576; 1,01	0,801	3-4	70	1,73	1,227	10. Досадно ми је док програмирам.	1-2	77	2,13	1,361	0,277; 0,842	0,559	3-4	70	1,60	1,122	11. Желим да користим code.org код куће.	1-2	77	3,84	1,298	-0,985; -0,518	-0,764	3-4	70	4,36	1,192	12. Желим да завршим све задатке у code.org	1-2	77	3,90	1,252	-0,985; -0,562	-0,786	3-4	70	4,36	1,192	13. Трудим се да задатак урадим најбоље што умем.	1-2	77	4,30	0,889	-0,592; -0,00496	-0,275	3-4	70	4,61	0,967	14. Не одустајем док не решим задатак правилно.	1-2	77	4,13	1,104	-0,900; -0,349	-0,625	3-4	70	4,49	1,073	15. Желим да code.org буде популаран и у другим школама.	1-2	77	4,22	1,059	-0,726; -0,0864	-0,385	3-4	70	4,59	0,970	16. Желим да користим сличне алате за програмирање.	1-2	77	4,05	1,123	-0,980; -0,542	-0,774	3-4	70	4,47	1,073																																																				
7. Желим да знам више о програмирању.	1-2	77	3,78	1,475	-0,756; -0,178	-0,466																																																																																																																																																																		
	3-4	70	4,27	1,262			8. Програмирање олакшава живот.	1-2	77	3,84	1,309	-0,993; -0,541	-0,773	3-4	70	4,29	1,131	9. Осећам се уплашено док програмирам.	1-2	77	2,18	1,285	0,576; 1,01	0,801	3-4	70	1,73	1,227	10. Досадно ми је док програмирам.	1-2	77	2,13	1,361	0,277; 0,842	0,559	3-4	70	1,60	1,122	11. Желим да користим code.org код куће.	1-2	77	3,84	1,298	-0,985; -0,518	-0,764	3-4	70	4,36	1,192	12. Желим да завршим све задатке у code.org	1-2	77	3,90	1,252	-0,985; -0,562	-0,786	3-4	70	4,36	1,192	13. Трудим се да задатак урадим најбоље што умем.	1-2	77	4,30	0,889	-0,592; -0,00496	-0,275	3-4	70	4,61	0,967	14. Не одустајем док не решим задатак правилно.	1-2	77	4,13	1,104	-0,900; -0,349	-0,625	3-4	70	4,49	1,073	15. Желим да code.org буде популаран и у другим школама.	1-2	77	4,22	1,059	-0,726; -0,0864	-0,385	3-4	70	4,59	0,970	16. Желим да користим сличне алате за програмирање.	1-2	77	4,05	1,123	-0,980; -0,542	-0,774	3-4	70	4,47	1,073																																																															
8. Програмирање олакшава живот.	1-2	77	3,84	1,309	-0,993; -0,541	-0,773																																																																																																																																																																		
	3-4	70	4,29	1,131			9. Осећам се уплашено док програмирам.	1-2	77	2,18	1,285	0,576; 1,01	0,801	3-4	70	1,73	1,227	10. Досадно ми је док програмирам.	1-2	77	2,13	1,361	0,277; 0,842	0,559	3-4	70	1,60	1,122	11. Желим да користим code.org код куће.	1-2	77	3,84	1,298	-0,985; -0,518	-0,764	3-4	70	4,36	1,192	12. Желим да завршим све задатке у code.org	1-2	77	3,90	1,252	-0,985; -0,562	-0,786	3-4	70	4,36	1,192	13. Трудим се да задатак урадим најбоље што умем.	1-2	77	4,30	0,889	-0,592; -0,00496	-0,275	3-4	70	4,61	0,967	14. Не одустајем док не решим задатак правилно.	1-2	77	4,13	1,104	-0,900; -0,349	-0,625	3-4	70	4,49	1,073	15. Желим да code.org буде популаран и у другим школама.	1-2	77	4,22	1,059	-0,726; -0,0864	-0,385	3-4	70	4,59	0,970	16. Желим да користим сличне алате за програмирање.	1-2	77	4,05	1,123	-0,980; -0,542	-0,774	3-4	70	4,47	1,073																																																																										
9. Осећам се уплашено док програмирам.	1-2	77	2,18	1,285	0,576; 1,01	0,801																																																																																																																																																																		
	3-4	70	1,73	1,227			10. Досадно ми је док програмирам.	1-2	77	2,13	1,361	0,277; 0,842	0,559	3-4	70	1,60	1,122	11. Желим да користим code.org код куће.	1-2	77	3,84	1,298	-0,985; -0,518	-0,764	3-4	70	4,36	1,192	12. Желим да завршим све задатке у code.org	1-2	77	3,90	1,252	-0,985; -0,562	-0,786	3-4	70	4,36	1,192	13. Трудим се да задатак урадим најбоље што умем.	1-2	77	4,30	0,889	-0,592; -0,00496	-0,275	3-4	70	4,61	0,967	14. Не одустајем док не решим задатак правилно.	1-2	77	4,13	1,104	-0,900; -0,349	-0,625	3-4	70	4,49	1,073	15. Желим да code.org буде популаран и у другим школама.	1-2	77	4,22	1,059	-0,726; -0,0864	-0,385	3-4	70	4,59	0,970	16. Желим да користим сличне алате за програмирање.	1-2	77	4,05	1,123	-0,980; -0,542	-0,774	3-4	70	4,47	1,073																																																																																					
10. Досадно ми је док програмирам.	1-2	77	2,13	1,361	0,277; 0,842	0,559																																																																																																																																																																		
	3-4	70	1,60	1,122			11. Желим да користим code.org код куће.	1-2	77	3,84	1,298	-0,985; -0,518	-0,764	3-4	70	4,36	1,192	12. Желим да завршим све задатке у code.org	1-2	77	3,90	1,252	-0,985; -0,562	-0,786	3-4	70	4,36	1,192	13. Трудим се да задатак урадим најбоље што умем.	1-2	77	4,30	0,889	-0,592; -0,00496	-0,275	3-4	70	4,61	0,967	14. Не одустајем док не решим задатак правилно.	1-2	77	4,13	1,104	-0,900; -0,349	-0,625	3-4	70	4,49	1,073	15. Желим да code.org буде популаран и у другим школама.	1-2	77	4,22	1,059	-0,726; -0,0864	-0,385	3-4	70	4,59	0,970	16. Желим да користим сличне алате за програмирање.	1-2	77	4,05	1,123	-0,980; -0,542	-0,774	3-4	70	4,47	1,073																																																																																																
11. Желим да користим code.org код куће.	1-2	77	3,84	1,298	-0,985; -0,518	-0,764																																																																																																																																																																		
	3-4	70	4,36	1,192			12. Желим да завршим све задатке у code.org	1-2	77	3,90	1,252	-0,985; -0,562	-0,786	3-4	70	4,36	1,192	13. Трудим се да задатак урадим најбоље што умем.	1-2	77	4,30	0,889	-0,592; -0,00496	-0,275	3-4	70	4,61	0,967	14. Не одустајем док не решим задатак правилно.	1-2	77	4,13	1,104	-0,900; -0,349	-0,625	3-4	70	4,49	1,073	15. Желим да code.org буде популаран и у другим школама.	1-2	77	4,22	1,059	-0,726; -0,0864	-0,385	3-4	70	4,59	0,970	16. Желим да користим сличне алате за програмирање.	1-2	77	4,05	1,123	-0,980; -0,542	-0,774	3-4	70	4,47	1,073																																																																																																											
12. Желим да завршим све задатке у code.org	1-2	77	3,90	1,252	-0,985; -0,562	-0,786																																																																																																																																																																		
	3-4	70	4,36	1,192			13. Трудим се да задатак урадим најбоље што умем.	1-2	77	4,30	0,889	-0,592; -0,00496	-0,275	3-4	70	4,61	0,967	14. Не одустајем док не решим задатак правилно.	1-2	77	4,13	1,104	-0,900; -0,349	-0,625	3-4	70	4,49	1,073	15. Желим да code.org буде популаран и у другим школама.	1-2	77	4,22	1,059	-0,726; -0,0864	-0,385	3-4	70	4,59	0,970	16. Желим да користим сличне алате за програмирање.	1-2	77	4,05	1,123	-0,980; -0,542	-0,774	3-4	70	4,47	1,073																																																																																																																						
13. Трудим се да задатак урадим најбоље што умем.	1-2	77	4,30	0,889	-0,592; -0,00496	-0,275																																																																																																																																																																		
	3-4	70	4,61	0,967			14. Не одустајем док не решим задатак правилно.	1-2	77	4,13	1,104	-0,900; -0,349	-0,625	3-4	70	4,49	1,073	15. Желим да code.org буде популаран и у другим школама.	1-2	77	4,22	1,059	-0,726; -0,0864	-0,385	3-4	70	4,59	0,970	16. Желим да користим сличне алате за програмирање.	1-2	77	4,05	1,123	-0,980; -0,542	-0,774	3-4	70	4,47	1,073																																																																																																																																	
14. Не одустајем док не решим задатак правилно.	1-2	77	4,13	1,104	-0,900; -0,349	-0,625																																																																																																																																																																		
	3-4	70	4,49	1,073			15. Желим да code.org буде популаран и у другим школама.	1-2	77	4,22	1,059	-0,726; -0,0864	-0,385	3-4	70	4,59	0,970	16. Желим да користим сличне алате за програмирање.	1-2	77	4,05	1,123	-0,980; -0,542	-0,774	3-4	70	4,47	1,073																																																																																																																																												
15. Желим да code.org буде популаран и у другим школама.	1-2	77	4,22	1,059	-0,726; -0,0864	-0,385																																																																																																																																																																		
	3-4	70	4,59	0,970			16. Желим да користим сличне алате за програмирање.	1-2	77	4,05	1,123	-0,980; -0,542	-0,774	3-4	70	4,47	1,073																																																																																																																																																							
16. Желим да користим сличне алате за програмирање.	1-2	77	4,05	1,123	-0,980; -0,542	-0,774																																																																																																																																																																		
	3-4	70	4,47	1,073																																																																																																																																																																				

\*Средње кредибилне вредности

Као што је видљиво у табели 3.5.6-1 и млађа група ученика (првог и другог разреда) и старија група ученика (трећег и четвртог разреда) показују релативно позитивне ставове према програмирању и code.org окружењу. Међтим, за све ставке старији ученици дају статистички значајне позитивније процене у односу на млађе ученике. HDI вредности за сваку ставку не укључују вредност нула. Такође, млађи ученици дају више процене за ставке негативне формулације.

Обе групе ученика највише вреднују ставке које се односе на примену code.org платформе. Нпр. старији ученици тврде да желе да користе сличне алате за програмирање ( $M = 4,47$ ) и да овај алат буде популаран и у другим школама ( $M = 4,59$ ). Такође, старији ученици исказују да су били истрајни у решавању задатака ( $M = 4,49$ ) и да су се трудили да задатке ураде тачно ( $M = 4,61$ ). Млађи ученици такође најпозитивније процењују ове ставке, али статистички значајно ниже у односу на старије ученике. Ова група ученика такође жели да користи и друге алате за учење програмирања ( $M = 4,05$ ), да се овај алат користи и у другим школама ( $M = 4,22$ ). Поред тога млађа група ученика тврди да су били истрајни у решавању задатака ( $M = 4,13$ ) и да су се трудили да што успешније ураде задатке ( $M = 4,30$ ).

И млађи и старији ученици су групу исказа која се односи на опште ставове према програмирању вредновали са нешто нижим проценама. Као и за групу исказа којима је процењена корисност code.org окружења, и у овој групи исказа старији ученици дају статистички позитивније процене. Нпр. ученици старије групе израженије исказују жељу да наставе да уче програмирањем ( $M = 4,06$ ), чешће се распитују о томе како се постаје програмер ( $M = 4,11$ ) и више вреднују примену програмирања у будућности ( $M = 4,06$ ). Са друге стране, млађи ученици процењују да им је док програмирају досадније ( $M = 2,13$ ) и теже ( $M = 3,06$ ) и да су више уплашени приликом програмирања ( $M = 2,18$ ) у односу на старије ученике. Такође, млађи ученици исказују да се у већој мери питају чему програмирање служи ( $M = 1,19$ ) иако су процене обе групе за овај исказ релативно ниске.

3.5.7. Резултати – постојање разлика између млађе и старије групе ученика који су користили code.org платформу у броју успешно урађених задатака

За утврђивање постојања разлика у процени ставова према програмирању млађе и старије групе ученика, а који су користили code.org окружење, такође је коришћен тест BEST. Резултати анализе приказани су у табели 3.5.7-1.

Табела 3.5.7-1 Разлике у броју решених задатака млађе и старије групе ученика

Групе ученика	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>С. Д.</i>	95% Интерв. HDI	СКВ *
1-2. разред	77	25,717	7,508	-8,59; -3,28	-5,93
3-4. разред	70	31,40	8,628		

\*Средње кредибилне вредности

Као што је видљиво из табеле 3.5.7-1 старија група ученика је била статистички значајно успешнија у решавању проблемских задатака. Ученици прва два разреда су у просеку успела да ураде 26 задатака, док је старија група ученика успешно решила у просеку 31 задатак. HDI вредност не обухвата вредност нула.

3.5.8. Дискусија - Узрасне карактеристике ученика и њихови ставови према учењу програмирања у разредној настави

Хипотеза која се односи на претпоставку да не постоје разлике у процени ставова млађе и старије групе ученика према програмирању који нису користили code.org платформу ( $H_1$ ) је потврђена. Због тога што ова група ученика није имала искуство у учењу програмирања, очекивано је да разлика у годинама нема утицаја на процену ставова према програмирању. Овај део истраживања има за циљ да потврди валидност другог дела истраживања.

Друга хипотеза (Х2) која се односи на претпоставку да постоје разлике између млађе и старије групе ученика који су користили code.org такође је потврђена. Ученици трећег и четвртог разреда значајно позитивније процењују своје ставове према употреби code.org платформе и програмирању у односу на ученике прва два разреда. Такође, на основу средњих вредности у процени ставова група које нису користиле code.org може се закључити да групе ученика које су користиле ову платформу имају позитивније ставове према програмирању што је у складу са налазима претходних истраживања (Kalelioğlu, 2015; Du, Wimmer & Rada, 2016). На пример ученици који нису користили code.org платформу сматрају да је програмирање теже (посматрајући средње вредности), чешће се питају чему служи програмирање, али и исказују у нешто већој мери страх према програмирању што је и очекивано с обзиром да ови ученици немају никаквих искуства са програмирањем. Ипак, пошто није испитана статистичка значајност ових разлика, ове резултате треба узети са резервом. Такође, резултати указују на то да и старија и млађа група ученика даје релативно високе процене за групу исказа која се односи на примену code.org.

Трећа хипотеза (Х3) која се односи на претпоставку да постоји разлика у броју успешно решених задатка између млађе и старије групе ученика такође је потврђена. Дакле, старија група ученика (трећег и четвртог разреда) се показала као успешнија у решавању проблемских задатака. Овај налаз директно је повезан са налазима који се односе на другу хипотезу.

Дакле, ученици млађе групе су били мање успешни у решавању проблемских задатака, а уједно су ниже вредновали ставове према програмирању и употреби code.org платформе. Слабије постигнуће, а уједно и негативнији ставови према програмирању могу бити последица недостатка вештина логичког размишљања, али и недостатка вештина у решавању математичких проблема које захтевају задаци обухваћени Курсом 2. Иако је сасвим очекивано да старији ученици имају више искуства у решавању проблемских задатака, потребно је узети у обзир садржај и концепте које ученици треба да усвоје како би успешно решавали одређене задатке. Нпр. поједини задаци захтевају добро разумевање концепта угла који се изучавају тек у трећем разреду што је и очекивано узимајући у обзир то да ученици немају способност препознавања фигуре као система угла пре девете године (Munier & Merle, 2009).

Са друге стране, налаз да ученици лошијег постигнућа имају негативније ставове према програмирању и code.org платформи у складу је са налазима других студија које указују на то да ученици мање вреднују садржаје и мање су мотивисани за изучавање садржаја за које сматрају да су тешки (Lambić & Lipkovski, 2012).

Познавање геометрије повезано је са спацијалним вештинама ученика (Munier & Merle, 2009) због чега се ови налази могу тумачити и са аспекта спацијалних способности ученика на овом узрасту. Спацијалне вештине дефинишу се као „способност индивидуе да претражује визуелна поља, схвата форме, облике и позицију објеката креирајући менталну репрезентацију форми, облика и позиција, као и способност да појединац „ментално“ манипулише тим репрезентацијама (Höffler, 2010: 246).

Међутим, спацијалне вештине су даље повезане са капацитетом радне меморије (Lehning et al., 1998). Према налазима истраживања, развој капацитета радне меморије код деце узраста од 7 до 10 година је главни предиктор вештина решавања проблема приликом чега ученици користе алгоритме и стратегије из дугорочне меморије (Swanson, Jerman, & Zheng, 2008).



Дакле, може се закључити да неадекватна примена code.org и негативна искуства ученика могу смањити позитиван утицај на ставове према програмирању уопште и code.org платформи. Због тога, потребно је додатно истражити психолошке димензије употребе code.org окружења.

Налаз да су старији ученици успешнији у решавању проблема у складу је са чињеницом да се задаци обухваћени Курсом 2 заснивају на утврђивању просторног односа објеката и да ученици на узасти од 7-8 година немају развијене визуелно-спацијалне вештине које захтевају активацију краткорочне меморије (Lehning et al., 1998).

Добијени резултати указују на то да ученици првог и другог разреда (7 – 8 година) нису у могућности да у потпуности решавају задатке који су обухваћени Курсом 2 иако је намењен деци старијој од шест година. Због тога је потребно да учитељи пажљиво планирају употребу овог курса са ученицима овог узраста и да у што је могуће бољој мери обезбеде подршку ученицима при разумевању и решавању проблемских задатака.

Када је реч о организацији рада ученика приликом учења програмирања у неком од графичких окружења, у литератури се често наглашава рад у пару. У контексту учења употребом code.org могло би бити корисно организовати парове млађих и старијих ученика који имају више искуства у решавању проблемских задатака и веће познавање градива из математике или комбиновати ученике истог узраста, али различитих способности. На овај начин би се обезбедила већа истрајност приликом решавања проблема и постигли бољи резултати учења (Werner & Denninng, 2009). У контексту примене code.org и рада у пару истраживања су показала позитивне ефекте овог приступа на ставове ученика петог и шестог разреда према употреби ове платформе (Theodoropoulos, Antoniou & Lepouras, 2016).

Са друге стране, иако ученици првог и другог разреда нису упознати са концептом углова, употреба code.org може бити користан алат за усвајање математичких појмова. Сходно томе, импликација за даље истраживање била би испитивање корисности овог алата са другог аспекта, као средства за савладавање градива из математике – конкретно углова.

### 3.5.9. Закључна разматрања - истраживање о ставовима ученика разредне наставе према програмирању и њиховој успешности у решавању проблема

На основу наведеног, може се закључити да резултати ове студије отварају бројна питања која је потребно додатно истражити.

Главни налази ове студије указују да ученици позитивно вреднују употребу code.org платформе, али да се ученици старије и млађе групе разликују у проценама ставова. Старија група ученика позитивније вреднује концепт програмирања и употребу code.org платформе у односу на млађу групу ученика. Уједно ова група ученика се показала и као успешнија у решавању проблемских задатака обухваћених Курсом 2. Због тога се могу довести у везу ставови ученика и број успешно урађених задатака. Дакле, позитивније искуство при решавању проблемских задатака у области програмирања позитивно утиче и на процену ставова.

Импликације за даље истраживања биле би испитивање ефеката употребе code.org у настави математике, конкретно за усвајање концепта углова; праћење вештина решавања проблема у паровима (старији и млађи ученици или ученици различитих способности), али и детаљније испитати везу између вештина решавања задатака у овом контексту са капацитетом радне меморије ученика и визуелно-спацијалним вештинама.

### 3.6. Методологија истраживања: Идентификација модела решавања проблема и утврђивање проблема приликом решавања задатака у контексту програмирања

Процес учења је комплексан процес који подразумева велики броја фактора који могу утицати на успешност приликом учења. Период од 7 до 10. године од посебне је важности за учење и развој потенцијала ученика. Сходно томе, често се говори о развоју различитих интелектуалних вештина, емотивне зрелости, способности, радних навика, ставова и сл.

Као што је већ поменуто у поглављу 2.5, рачунарско размишљање и дигиталне компетенције су само део потребних компетенција неопходних за функционисање у савременом животу и пословању. Бројни аутори су се бавили развојем програмерских вештина код ученика различитог узраста, проблемима који настају, њиховим ставовима према програмирању, евалуацијом различитих платформи за учење програмирања, итд. (Calder, 2010, Genç & Karakus, 2011, према Korkmaz, 2015). Међутим, недовољан је број истраживања који детаљније испитују процес решавања проблема у контексту учења програмирања. Постојећа истраживања усмерена су на анализу ученичких пројеката, односно примењених програмерских концепата (Wilson, Hainey & Connolly 2012), број тачних задатака које су ученици успели да ураде користећи различите програмерске концепте (Giannakoulas & Xinogalos, 2018) или објасне (Mladenović, Rosić & Mladenović, 2016). Поједине студије се баве утврђивањем начина како ученици решавају проблемске задатке у области програмирања у општијем облику, без информација о томе које грешке ученици праве и која су то изражена понашања ученика приликом решавања различитих задатака (Kalelioğlu & Gülbahar, 2014). С тога, предмет овог истраживања је проналажење специфичних тешкоћа приликом решавања задатака у контексту програмирања код ученика четвртог разреда основне школе (10 година).

Основни циљ овог истраживања, развијеног и реализованог у склопу ове докторске дисертације је утврдити тешкоће приликом решавања проблемских задатака у контексту програмирања, а који изискују примену различитих стратегија, примену аналогича, алгоритамско размишљање, истрајност итд. Сходно томе, циљ је и утврдити које су то најчешће грешке (специфичне за различите типове задатака) које ученици праве и понашања приликом решавања проблема. Сходно томе, саставни део истраживања је и развој упитника за праћење понашања ученика приликом решавања проблема у контексту програмирања.

За потребе овог истраживања, формиране су варијабле, односно категорије понашања у складу са природом проблемских задатака које су ученици решавали.

Како су у истраживању учествовали ученици различитог школског постигнућа и способности, независне варијабла истраживања била је просечна оцена ученика.

Зависне варијабле су чиниле скуп очекиваних понашања приликом решавања задатака, а то су грешке које су ученици правили у све три категорије задатака (укупно девет типова грешака); самосталност у проналажењу аналогича и грешака; време прављења грешака (у почетним задацима, каснијим задацима и увек); разноликост грешака (исте, другачије и исте и другачије); решавање задатака случајним погађањем; број покушаја решавања задатака случајним покушајима; промена корака приликом решавања проблема, разумевање промене корака; евалуација коментарисањем и самосталност у томе; демонстрација планираних корака, самосталност у томе и тачност; одређивање броја понављања петљи, броја блокова „понављај“; одређивање потребног броја блокова „понављај“; лоцирање блока „понављај“, употреба комбинованог, секвенцијалног

решења и решавање задатка применом угњеждених петљи; разумевање односа између блокова; тражење новог решења и самосталност у томе; број покушаја примене новог решења; приступање другом решењу без захтева.

### 3.6.1. Истраживачка питања – истраживање о начину решавања проблема ученика у контексту програмирања

Како је истраживање експлоративног типа, и заснива се на комбинацији квалитативне и квантитативне методологије, тешко је одредити строго дефинисане хипотезе истраживања. Због тога, у овом истраживању су постављена следећа истраживачка питања:

*П1. На који начин ученици четвртог разреда исказују неразумевanje програмерских концепата, односно које грешке праве?*

Бројни аутори сматрају да усвајање програмерских концепата код ученика основног образовања може бити отежано због њихове апстрактности. Међутим, појава графичких окружења за учење програмирања прилагођених чак и за децу предшколског узраста у овоме може доста помоћи, што су и потврдила бројна истраживања (Chang, 2014). Ипак, резултати досадашњих истраживања, указују на то да ученици у току основног образовања имају тешкоће у савладавању одређених програмерских концепата као што су петље, угњежене петље, гранање и сл. (Fokides & Atsikpasi, 2017).

Због природе грешака и начина размишљања ученика који се могу јавити приликом решавања проблемских задатака у контексту програмирања, очекује се да ће се одређени тип грешака понављати или другачије манифестовати кроз задатке различите тежине и различитих захтева. Не постоје истраживања која се баве детаљанијом анализом грешака које ученици праве. Стога је циљ идентификовати понашања и грешке које се понављају, начин на који се манифестују и њихову појаву приликом решавања проблемских задатака. Очекује се да ће анализом грешака које ученици праве бити могуће пронаћи образац решавања проблема у овом контексту.

*П2. Да ли ученици четвртог разреда имају тешкоће у примени аналогича и мењању стратегија решавања проблема у контексту програмирања?*

Ученици четвртог разреда могу имати тешкоће у праћењу когнитивних и других процеса који су укључени у процес учења. Због тога се очекује да ученици нису вешти у примени стратегија које би их довеле до решења проблема. Поред тога, према Пијажеовој теорији когнитивног развоја, ученици у току основног образовања (нарочито млађи узрасти) немају развијено хипотетичко, апстрактно размишљање, због чега они најуспешније решавају проблеме конкретизоване на реалне ситуације (Zaharija, Mladenović & Voljat, 2013). Како је период похађања основне школе уједно период и развоја ових вештина, узраст ученика од 10-11 године може бити посебно осетљив (Zoanetti, 2010). Графичка окружења за учење програмирања омогућују решавање конкретних проблемских ситуација (нпр. померање објекта кроз лавиринт ради достизања неког крајњег циља), због чега се сматрају као погодно средство за развој мисаоних вештина. Како аналогно размишљање, као једно од тих вештина, подразумева утврђивање сличности, разлика и односа између идеја, концепата, решења или домена, сматра се важним у контексту програмерских вештина (Clement et al., 1986, према Yu, DiGangi, Jannasch-Pennell, & Collins), али и опште развоју вештина решавања проблема и креативног размишљања (Salih, 2010). Међутим, бројни аутори тврде да ученици на нижим нивоима образовања због ограниченог знања и вештина за утврђивање односа, имају тешкоће у примени аналогича (Vendetti et al., 2015; Richland & Simms, 2015). Због тога што ученици који су учествовали у истраживању немају искуства у решавању сличних проблема и потпуни

су почетници, могуће је очекивати да нису вешти у самосталном проналажњу аналогнија између задатака које решавају иако су задаци прилагођени њиховом узрасту, а аналогне везе између решења задатака веома очигледне.

*П3. Да ли су ученици четвртог разреда склони решавању проблема случајним погађањем када се сусретну са задацима који захтевају више когнитивно ангажовање?*

Истраживања су показала да неки ученици имају тенденцију да приступе решавању проблема пре него што у потпуности разумеју циљ задатка, за разлику од других ученика који док у потпуности не разумеју задатак, не покушавају да реше проблем (Zoanetti, 2010). Слично томе, постоје ученици који су склони циљаном решавању проблема, док са друге стране постоје ученици који задатке покушавају да реше случајним погађањем и понављањем покушаја и грешака. Истраживања су показала да особе које познају област у којој решавају проблеме, конструишу детаљније захтев задатка у односу на почетнике (Chi, Feltovich, & Glaser, 1981). Како ученици четвртог разреда који су учествовали у истраживању нису имали никаква предзнања у области програмирања, може се очекивати да ће ученици претежно користити случајне покушаје како би решили проблемски задатак и приступати им без потпуног разумевања, нарочито приликом решавања задатака који су за њих комплекснији. Разлог томе може бити и недостатак вештина за саморегулисано учење код ученика на овом узрасту (Flavell, 1979).

*П4. Да ли су ученици четвртог разреда вешти у проналажењу другог могућег решења, односно решавању проблема применом петљи и угњеждених петљи?*

Као наставак на претходна истраживачка питања, да ли ученици четвртог разреда теже решавању проблема случајним покушајима, да ли могу користити аналогije и у чему најчешће греше, поставља се и питање да ли ученици могу сагледати друга могућа решења и активирати когнитивне стратегије које су неопходне да би решили проблем плански и циљано. Аутори наглашавају да ученици понекад избегавају примену другог решења како би што пре завршили задатак на начин који су већ усвојили (Kalelioğlu & Gülbahar, 2014). То се може очекивати и у овој студији, нарочито зато што употреба других решења (примена петљи и угњежених петљи) захтева виши ниво мисаоног ангажовања. На овај начин се може и утврдити проценат ученика који теже разумеју поменуто концепте.

*П5. На које тешкоће ученици четвртог разреда наилазе приликом употребе петљи и угњеждених петљи?*

У вези са претходним истраживачким питањем да ли ученици четвртог разреда могу сагледати и друга могућа решења, односно применити петље и угњежене петље, потребно је и испитати који су то конкретни кораци приликом употребе петљи који ученицима четвртог разреда могу бити проблематични (лоцирање петљи, број понављања петљи, утврђивање односа између више петљи и сл.).

### 3.6.2. Инструмент за праћење понашања ученика приликом решавања проблема у контексту програмирања

За потребе праћења понашања путем опсервација, на основу процене очекиваних понашања, креиран је упитник који садржи категорије:

- Покушавање и мењање стратегије којом се проверава учесталост понављања грешака, тип грешака, време када се грешке дешавају (на почетку, током израде тежих задатака, увек); учесталост решавања задатака случајним погађањем и број покушаја; заступљеност демонстрације планираних корака и самосталност,

њихова тачност; заступљеност промене корака у току решавања проблема и разумевање тих корака; заступљеност вештина за употребу аналогича и самосталност у томе;

- Лоцирање грешке (само за прву категорију задатака) којом се проверава способност ученика да проналази грешку у понуђеном програму који не функционише правилно;
- Праћење кода и евалуација којом се проверава разумевање односа између блокова, заступљеност усмене евалуације и самосталност у томе;
- Понављање циља је категорија којом се проверава тенденција ученика да погрешно интерпретира поставку задатка и самосталност евалуације свог решења постављајући питања;
- Исказивање несигурности у предузимању корака којом се утврђује да ли ученици показују несигурност приликом решавања задатака када имају тешкоће приликом њиховог решавања;
- Тражење другог решења (у другој и трећој категорији задатака) којом се проверавају вештине ученика за проналажење другог решења и њихова самосталност у томе, као и правилна примена другог решења;
- Разумевање петљи (у другој категорији задатака) је категорија која је садржала ставке везано за самосталност у одређивању броја понављања наредби, места где је потребно уметнути петљу, грешке које се могу јавити (погрешно додавање наредби које се извршавају изван блока „понављај“; поред употребе блока „понављај“ ученик поново користи неколико пута исту групу наредби; грешке у идентификацији који се блокови извршавају изван петље) и тежња ка примени секвенцијалног решења;
- Разумевање угњеждених петљи (само у трећој категорији задатака) је категорија која је садржала ставке везано за самосталност у одређивању броја потребних блокова „понављај“, лоцирање тих блокова, одређивање броја понављања; тежњу и самосталност у примени секвенцијалног, комбинованог решења или угњеждених петљи.

Категорије очекиваних понашања формиране су на основу теоријских поставки о процесу учења и решавања проблема (детаљније описано у поглављу 2.6.), карактеристика задатака (који укључују одређене програмерске концепте), али и специфичности платформе у којима су ученици решавали задатке.

Пример ставке из упитника:

Праћење кода и евалуација (Ученик прати делове задатка и анализира блокове: „Додали смо један корак помери се напред, значи треба још један.“; проверава своје решење)

Ученик исказује разумевање односа између блокова (важност редоследа блокова – нпр. прецизност у одговору на питање „Где треба уметнути наредбе које се понављају када се користи блок „понављај?“ (пре, после, унутар блока)?).

*Приликом утврђивања да ли ученик разуме однос између блокова ученик: (а) не показује разумевање уопште (б) показује разумевање након помоћи истраживача (в) у потпуности разуме редослед и намену одређених блокова*

Како би се обезбедила валидност упитника, објективност и конзистентност у процени очекиваних понашања, опсервације су радиле две учитељице на основу чега је утврђена конзистентност у датим проценама израчунавањем Капа коефицијента (Cohen's Kappa coefficient) намењеног за утврђивање доследности процена између два опсервера (Fleiss & Cohen, 1973). Сви понуђени одговори у упитнику су номиналног или ординалног типа. Израчунати Капа коефицијенти за скоро све процене износе преко 0,6 што говори о умереном и јачем степену слагања између процена две учитељице (Viera & Garrett, 2005). Након обраде резултата и анализе степена слагања између процена учитељица, поједине ставке су искључене из упитника. Ставке за које су добијени ниски коефицијенти слагања за све три категорије задатака су уклоњене у приложеној верзији упитника (Прилог 3.6.2-1).

### 3.6.3. Методе истраживања и технике обраде квалитативних и квантитативних података

За потребе овог експлоративног истраживања коришћена је комбинација квалитативних и квантитативних извора података.

У првој фази истраживања, четири учитељице ученика четвртог разреда су извршиле селекцију ученика за учешће у студији. За одабрани узорак припремљене су сагласности за учешће у истраживању које су родитељи потписивали.

У другој фази истраживања извршена је селекција задатака које ће ученици решавати у оквиру code.org платформе. Задаци су селектовани тако да буде обухваћено неколико типова задатака, којима се изучава неколико програмерских концепата. Пошто су узорак чинили ученици четвртог разреда, задаци су бирани из Курса Е (<https://studio.code.org/s/coursee-2018>), намењеног за ученике 4. разреда. Након селекције задатака, извршено је пилотирање са два ученика где је извршена редукција задатака због ограниченог времена. Пилотирање је спроведено са два ученика различитог постигнућа и способности како би се обезбедило да сви ученици могу да ураде исти број задатака у одређеном времену. Ученици су решавали задатке који су разврстани у следећих пет категорија:

1. Секвенцијално програмирање: у оквиру ове стазе ученици су радили три задатка. У првом задатку од ученика је захтевано да саставе већ понуђене блокове како би се извршио одређен програм. Овај задатак имао је за циљ да упозна ученике са радом у окружењу, употребом блокова, начином управљања блоковима. Други задатак у овој стази подразумевао је самостално додавање још једног блока поред постојећих за извршење задатка. У трећем задатку је од ученика тражено да отклоне блок који је вишак како би се задатак извршио.
2. Друга стаза задатака заснивала се на праћењу датих блокова и тражењу грешке унутар њих како би се програм правилно извршио. У оквиру ове стазе, ученици су радили два задатка.
3. Трећа стаза задатака је од ученика захтевала да користећи блокове исцртавају геометријске фигуре (троугао и четвороугао). Основни захтев је био да ученици идентификују правилан смер кретања објеката, правилно распореде блокове и идентификују други могући начин решавања проблема. У овој стази је уведен концепт „петљи“ при чему је од ученика захтевано да покушају да проблем реше употребом што мање блокова или барем идентификују друго могуће решење.
4. Четврта група задатака укључивала је сличне захтеве као задаци треће стазе. Ученици су у оквиру ове стазе решавали два задатка. Приликом решавања задатака у овој стази, од ученика је захтевано да проблем реше употребом петљи, односно употребом блока „понављај“.

5. Пета група задатака подразумевала је разумевање концепта угњеждених петљи, односно „петље у петљи“ при чему су ученици требали да схвате број понављања одређених петљи, да идентификују место употребе угњеждене петље и правилно рапореду блокове који се извршавају изван ње. Ученици су у оквиру ове стазе решавали два задатка.

Због сличности у појединим задацима, задаци су категорисани на следећи начин:

I - задаци у којима су захтеви на нивоу секвенцијалног решавања проблема (стазе 1 и 2);

II – задаци у оквиру којих се ученици упознају концептом петљи (стазе 3 и 4);

III - задаци у оквиру којих се ученици упознају концептом угњеждених петљи (стаза 5).

У трећој фази истраживања је формиран упитник на основу очекиваних понашања приликом решавања задатака, као што је описано у поглављу 3.6.2.

Истраживање је спроведено тако што су ученици индивидуално са истраживачем пролазили кроз све стазе задатака. Целокупни поступак решавања задатака и разговор са истраживачем забележени су видео снимком за сваког ученика појединачно (снимак екрана рачунара и разговора). Истраживач је најпре дао почетна упутства, упознао ученике са употребом платформе, и поделио текстове задатака у штампаној форми како би ученици имали текстове задатака на српском језику. Истраживач је захтевао од ученика да чита наглас сваки од задатака који су ученици решавали, један по један. Истраживач је на почетку сваком ученику указао на то да је потребно да што више самостално решавају задатке, али да му се могу обратити за помоћ уколико не могу да сами пронађу решење. Истраживач је давао додатна упутства и подстицао ученике на размишљање када примети да ученици постају пасивни или да не могу самостално да изврше задатак. Рад са сваким учеником је трајао око сат времена.

У последњој фази истраживања, две учитељице су урадиле опсервацију видео материјала, односно анализу садржаја за сваког ученика појединачно приликом чега су попуњавале добијени упитник за процену изражених понашања.

Подаци су обрађени су у статистичком пакету SPSSv25, а коришћене су анализе дескриптивне статистике и сагласности процена (Карра coefficient).

Узорак је чинило 29 ученика четвртог разреда из две основне школе: ОШ „Милан Благојевић“ у Лучанима и ОШ „Танаско Рајић“ у Чачку. У истраживању је учествовало 14 девојчица и 15 дечака различитог школског постигнућа од којих је 16 одличних ученика, 10 врло добрих и 3 ученика са добрим успехом.

Испитивање је спроведено у мају и јуну 2019. године.

#### 3.6.4. Резултати и дискусија истраживања: Идентификација модела решавања проблема и утврђивање проблема приликом решавања задатака у контексту програмирања

У овом поглављу приказани су резултати истраживања добијених комбинацијом квалитативних и квантитативних података. Квантитавни подаци изражени су у процентима у којима су се две учитељице сложиле о заступљености одређених понашања приликом решавања проблема у контексту програмирања. Резултати су подељени према истраживачким питањима обухваћених овом студијом. Детаљнији резултати се налазе у Прилогу 3.6.4-1.

III. На који начин ученици четвртог разреда исказују неразумевање програмерских концепата, односно које грешке праве?

Познато је да ученици имају тешкоће у разумевању одређених програмерских концепата. Међутим, неопходно је детаљније испитати које то грешке ученици четвртог разреда праве приликом решавања задатака. У зависности од типа и тежине задатака, извршена је категоризација очекиваних грешака до којих може доћи.

Грешке као што су додавање вишка блокова, склањање исправних блокова, грешке у идентификацији смера кретања и нетачан распоред блокова, праћене су у свим типовима задатака јер је претпостављено да ће наведене грешке бити изражене приликом решавања свих типова задатака.

Грешке као што су: погрешно додавање наредби које се извршавају изван блока „понављај“, употреба неколико пута исте групе наредби и када су ученици упознати са концептом петљи, грешке у идентификацији који блокови се извршавају изван петљи, очекиване су у задацима типа II и III јер се у овим задацима од ученика захтева да примењује петље приликом решавања задатака.

Грешке које се односе на постављање блока „понављај“ један испод другог (уместо један унутар другог) и грешке у идентификацији који блокови су обухваћени петљама анализирани су у трећој стази задатака јер су они обухватили концепт „угњеждених петљи“. Очекивало се да ће ученици имати тешкоће у идентификацији дела кода где је потребно користити петље, али и сагледавању могућег решења задатка на овај начин. Решавање задатака помоћу угњеждених петљи може бити комплексно за ученике на овом узрасту јер захтева апстрактно размишљање, сагледавање целине, односно путање коју објекат у задатку треба да пређе да би се задатак правилно извршио, као и утврђивање броја понављања тих наредби када постоји више од једне петље. У табели 3.6.4-1 приказан је проценат ученика који су правили наведене типове грешака у све три категорије задатака.

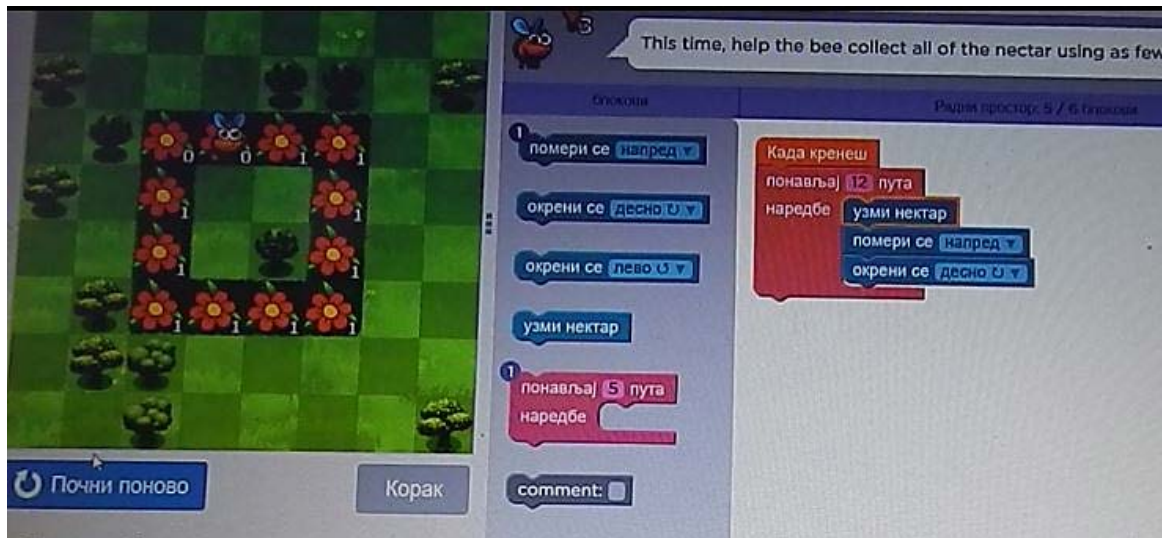
Табела 3.6.4-1 Процентуална израженост грешака које су ученици четвртог разреда правили

Грешке	Прва стаза	Друга стаза	Трећа стаза
Додавање вишка блокова	17,2	24,1	58,6
Склањање исправних блокова	37,9	27,6	50,7
Грешке у идентификацији смера кретања	31	59,6	13,8
Нетачан распоред блокова	24,1	31	79,3
Погрешно додавање наредби које се извршавају изван блока „понављај“		62	55,2
Употреба неколико пута исте групе наредби (секвенцијално)		52,5	41,4
Грешке у идентификацији који блокове се извршавају изван петље.		27,6	55,2
Постављање блока „понављај“ један испод другог			55,2
Не може да утврди који блокови су обухваћени којим петљама			31



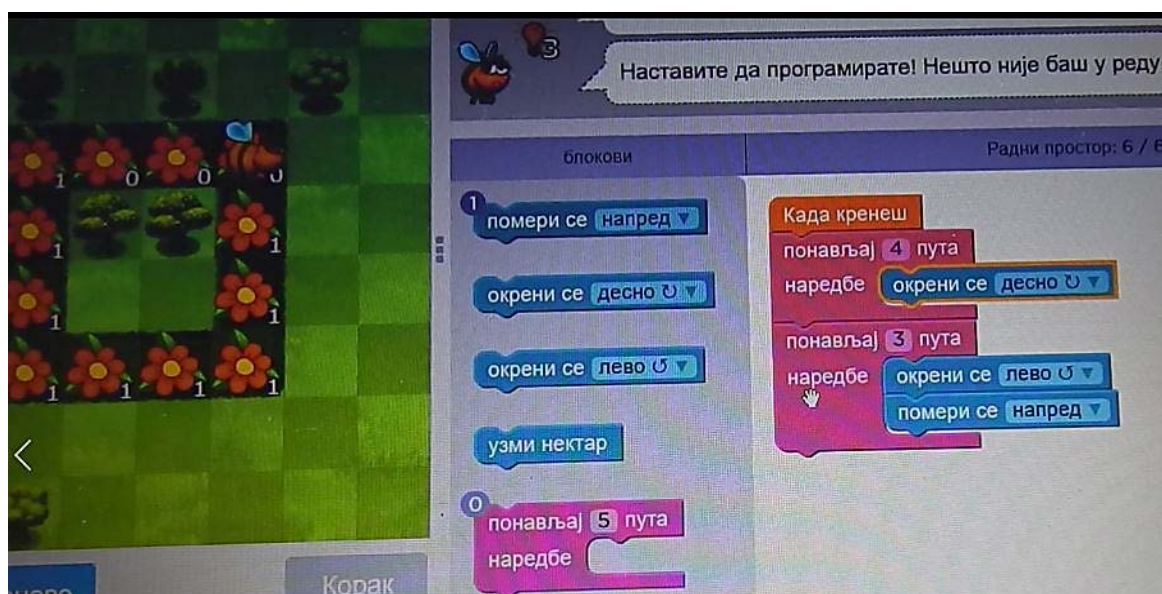
У наставку су наведена два примера кроз које је могуће уочити неке од грешака које су ученици правили.

*Пример 1:* На слици 1, приказан је пример грешке коју ученици праве када имају тешкоће у одређивању броја понављања петље. У овом случају је сабран укупан број цветова на путањи без увида у то да се пчелица мора окренути на угловима. Сличну грешку, када ученици множе број извршавања две петље како би утврдили број понављања, у решавању угњеждених петљи налазе и други аутори (Mladenović, Rosić & Mladenović, 2016). Из примера је такође видљиво да ученик није могао да идентификује колико је потребно пута пчелицу окренути у десно.



Слика 1. Грешка у броју понављања петље, распореду блокова

*Пример 2:* На слици 2 приказан је пример када ученик такође има тешкоће у разумевању петљи, али их манифестује на другачији начин. У односу на претходно поменуто решење, овде се може приметити да ученик користи два пута блок понављај, али их погрешно распоређује. У овом случају ученик успева да утврди број потребних петљи и број понављања петљи, али додаје погрешан блок као што је „окрени се лево“ и превиђа употребу блока „узми нектар“.



Слика 2. Постављање блока „повнављај“ један испод другог

Ако се посматрају грешке саме по себи, из Табеле 3.6.4-1 се може видети да се већина грешака појављује код преко 50% процената ученика макар у једном типу задатка. Додавање вишка блокова је грешка која је најизраженија била у задацима са угњежденим петљама, а најмање у првој групи задатака где се од ученика захтевало једноставно секвенцијално програмирање. Овај налаз је потпуно логичан с обзиром на комплексност задатака са угњежденим петљама и очекиване тешкоће у тачној примени блока „понављај“. Слична ситуација је и са осталим типовима грешака. Склањање исправно постављених блокова је такође најизраженије у трећој стази што говори о томе да су ученици приликом неразумевања задатка мењали кораке који су били исправни.

Грешке у идентификацији смера кретања су најизраженије биле у другој стази, што је сасвим и очекивано с обзиром да се у овој групи задатака тражило да исцртавају геометријске фигуре померањем објекта у одређеном смеру и под одређеним углом. Ова грешка је најмање била заступљена у трећој групи задатака. Ученици су нетачно распоређивали блокове опет најчешће у трећој групи задатака (79,3%) што је у складу са високим процентом ученика који су додавали и вишак блокова (58,6%) или склањали исправне приликом решавања задатака помоћу угњеждених петљи (50,7%).

Погрешно додавање наредби које се извршавају изван блока „понављај“ је било израженије у другој у односу на трећу стазу. Разлог овоме може бити што су ученици у трећој стази већ боље упознати са концептом петљи. Примена секвенцијалног решења се јавља код више од половине ученика у другој стази, док је тај проценат нешто мањи у трећој групи задатака (око 40% ученика). Преко половине ученика је у трећој стази грешило у идентификацији који блокови се извршавају изван петље, док је тај проценат ученика нижи у другој стази (27,6%). Такође је преко половине ученика у трећој стази постављало блокове „понављај“ један испод другог (када су требали бити један унутар другог) што говори о томе да скоро половина ученика није разумела захтев задатка, а ни могуће решење. Ако се анализира проценат ученика који су правили грешке које се односе на петље и угњеждене петље, може се приметити да је тај проценат сличан. Погрешно постављање блока „понављај“ и блокова који се извршавају изван петље могу бити сасвим повезане грешке. Овај налаз такође је очекиван узимајући у обзир већи број петљи које су се користиле у трећој групи задатака и тежем разумевању њиховог односа. У табели 3.6.4-2 приказан је проценат ученика који су самостално или уз помоћ показивали разумевање односа између блокова у све три стазе.

Табела 3.6.4-2 Процент самостално у разумевању односа између блокова

	<i>Не показује разумевање</i>	<i>Разуме након помоћи истраживача</i>	<i>Разуме потпуно самостално</i>
I	10,3	17,2	69
II	10,3	44,8	44,8
III	3,4	69	24,1

Највећи проценат ученика је успео потпуно самостално да разуме однос између блокова у првој стази где је захтевано једноставно секвенцијално решење. Како су се мењали тежина и тип задатка, ученицима је све више требала помоћ у разумевању односа између блокова.

Проценти у категорији разумевања односа између блокова иду у прилог проценту ученика који су правили грешке различитог типа. У наставку је дат пример решавања задатка у другој стази у којој се поред секвенцијалног решења, тражила и употреба петљи.

*Пример решавања задатка у другој стази где се од ученице тражи да поред секвенцијалног решења, примени и решење са петљом:*

Ученик чита текст задатка: Уметник треба да пређе осенчену путању као у прошлом задатку, али мењајући боју путање свих пет пута.

Након паузе, истраживач проверава разумевање циља задатка: „Шта треба да урадимо у том задатку?“

\*Ученик чита тихо поново текст задатка.\*

\*Ученик почиње решавање задатка секвенцијални решењем (дакле, не препознаје самостално друго могуће решење).\*

\*Ученик изоставља блок „промени боју“. (ученик не успева да разуме циљ задатка)\*

Истраживач подсећа ученика на циљ задатка: „Померањем сваког корака, треба да се промени боја поља.“

\*Ученик поново тихо чита задатак.\*

Ученик поставља питање: „Да ли ја треба овде боју да мењам?“ (врши евалуацију свог начина размишљања)

\*Истраживач потврђује.\*

Ученик коментарише: „Значи, овде, превлачим блок „постави боју...“ (вербализација корака)

„...Онда се помери напред, онда би опет требало да промени боју...“ (ученик понавља 3 пута), „...Мислим да је то то!“ (ученик врши евалуацију)

Истраживач подсећа ученика да може да испроба решење задатка: „Хоћеш ли да пробаш решење?“

\*Ученик проба извршење програма на дугме „Изврши“ и увиђа своју грешку.\*

Коментарише: „Аха, значи треба да...“ и додаје још потребних блокова (планирани кораци су тачни)

\*Ученик сада самостално испробава задатак и закључује да је потребно додати још два блока.\*

\*Ученик успева да реши задатак.\*

\*Истраживач сада захтева од ученика да примени друго решење, односно да ученик изврши задатак употребом мање блокова. Истраживач сугерише на примену новог блока.\*

Пошто увиђа да нема повратне информације, истраживач подстиче ученика на размишљање: „Да ли си приметила да се овде неки блокови понављају?“

Ученик одговара: „Да, помери се напред и постави боју“.

Истраживач: „Шта мислиш, који блок до сада нисмо користили, а можемо, да бисмо овај задатак урадили употребом мање блокова?“

Ученик: „Пааа, можда треба „скочи напред“, „Не, „помери се десно“...“ (ученик не разуме захтев задатка, насумично бира тачан одговор)

Истраживач помаже ученику: „Да ли можемо да искористимо овај блок „понављај“?“

Ученик: „Аха, понављај 4 пута.“ \*Бира блок и превлачи испод свих осталих блокова.\*

\*Истраживач понавља циљ задатка.\*

Ученик: „Сада можда блок „постави шаблон.“ (и даље неразумеваше)

Истраживач понавља циљ задатка и поставља питање: „Колико пута треба да се понове блокови помери се напред и промени боју?“

Ученик: „9 пута.“ (ученик пребројава блокове)

Истраживач: „То је укупан број блокова, али колико пута су се заједно поновили блокови помери се напред и промени боју?“

Ученик: „5 пута“ (ученик даје тачан одговор)

Истраживач наставља да указује на могуће решење: „Онда, шта треба човечуљак да уради 5 пута?“

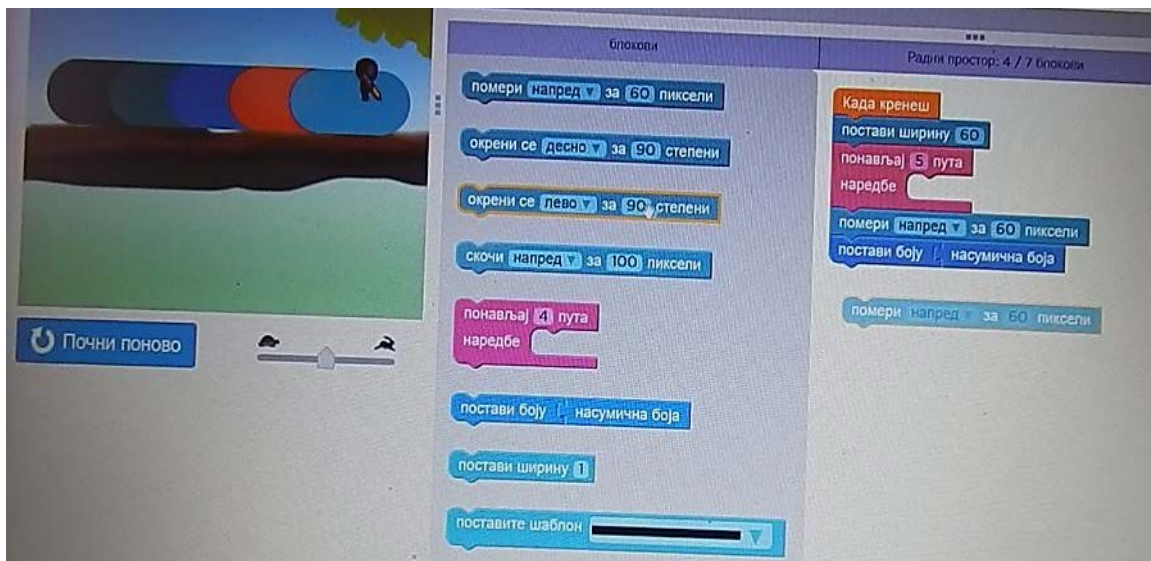
Ученик: „Хм, пет пута треба да уради...“ „Пет пута поставља боју, што значи да он (објекат) пет пута...“ (иако ученик на почетку успева да утврди који се блокови понављају више пута, сада не може то да утврди)

\*Истраживач пружа помоћ тако што склања вишак блокова, поставља петљу на право место и уписује правилан број пута понављања петље. Од ученика тражи да сада настави са решавањем задатка.\*

Ученик коментарише: „Понавља се пет пута помери се напред...“

Истраживач подстиче на решавање задатка: „Хајде, прикажи то што си сада рекла.“

\*Ученик наставља да слаже блокове испод блока понављај један испод другог и примењује секвенцијално решење (Слика 3).\*



Слика 3. Грешке у распореду блокова (тежња ка примени секвенцијалног решења)

Из наведеног примера се могу приметити нека понашања и начин размишљања ученика приликом решавања проблема. Уочене грешке у овом примеру које је ученик правио су: тежња ка примени секвенцијалног решења и поред додатог блока понављај, грешка у идентификацији који блокови се извршавају у петљи, односно изван ње, грешка у лоцирању где треба поставити петљу и колико пута се она понавља.

*П2. Да ли ученици четвртог разреда имају тешкоће у примени аналогија и примени стратегија решавања проблема у контексту програмирања?*

У теоријском делу дисертације, поменуто је да ученици током основног образовања могу имати тешкоће у аналогном размишљању и примени стратегија за саморегулацију процеса учења. Међутим, није испитано како се ова понашања манифестују приликом решавања задатака из програмирања у графичком окружењу који својом садржином подстичу на употребу стратегија и аналогно размишљање.

Да ученици четвртог разреда нису вешти у примени аналогија, односно утврђивању сличности у односу на претходно решене задатке и њиховој примени на нова решења, указује проценат ученика којим је требала помоћ у томе у све три групе задатака. У табели 3.6.4-3 је процентуално приказан степен самосталности у тражењу аналогија.

Табела 3.6.4-3 Процент самосталности ученика у тражењу аналогија

	Само уз потпуну помоћ	Делимично самостално	Потпуно самостално
I	6,9	20,7	55,2
II	3,4	41,4	48,3
III	3,4	82,8	10,3

Истраживач је често постављао питање: „Да ли смо слично радили у претходном задатку? или „Како смо то мало пре решили?“ Сходно налазу о проценту направљених грешака, и овде се може приметити повећање процента ученика којима је требала помоћ у тражењу аналогија и смањењу процента ученика који су успевали самостално да повезују могућа решења кроз три типа задатака. Најмањи је проценат ученика који је успео да примени аналогије само уз потпуну помоћ, при чему је тај проценат исти или сличан у све три стазе, због чега се може претпоставити да су то били ученици лошијих интелектуалних способности и нижег постигнућа. Нпр. ученици су понављали грешку у смеру кретања објеката када је било потребно да то одреде више пута у току једног задатка или више узастопних задатака. Овај налаз је у складу са мишљењем аутора да ученицима у току основног образовања треба усмеравање од стране учитеља приликом утврђивања односа између елемената и закључивања на основу аналогија (Vendetti, Matlen, Richland, & Bunge, 2015). Овај налаз додатно се може објаснити процентом ученика који понављају исти, другачији тип грешке или и исти и другачији тип грешке (Табела 3.6.4-4).

Табела 3.6.4-4 Процент ученика који понављају исти и/или другачији тип грешке

	Исти тип грешке	Другачији тип грешке	Исти и другачији тип грешке
I	20,7	27,6	10,3
II	31	37,9	13,8
III	10,3	37,9	24,1

Иако не у превише израженим процентима, може се приметити повећан проценат ученика који у трећој групи (уједно и најтежој) задатака понављају исте и грешке другачијег типа.

Налаз да ученици имају тешкоће у примени аналогних решења, потврђује и проценат ученика који увек прави грешке, током израде свих задатака у трећој стази задатака (Табела 3.6.4-5).

Табела 3.6.4-5 Процент ученика који праве праве грешке у одређеном тренутку

	Само у почетним задацима	У каснијим задацима	Током израде свих задатака
I	24,1	6,9	20,7
II	48,3	3,4	37,9
III	3,4	10,3	86,2

Како би се утврдило да ли су ученици вешти у евалуацији и тражењу својих грешака, проверен је степен самосталности у проналажењу грешака (Табела 3.6.4-6).

Табела 3.6.4-6 Процент самосталности у проналажењу грешака

	<i>Само уз потпуну помоћ</i>	<i>Делимично самостално</i>	<i>Потпуно самостално</i>
I	3,4	72,4	13,8
II	13,8	72,4	3,4
III	3,4	75,9	3,4

Може се приметити висок проценат ученика којима је требала помоћ у проналажењу грешака у свом решењу задатка (преко 70% у све три категорије задатака). Тај проценат је сличан у све три категорије задатака. Само 3,4% ученика је успело самостално да пронађе своје грешке у другој и трећој стази задатака.

Овај налаз не изненађује с обзиром на тврдње аутора да ученици на овом узрасту имају тешкоће у примени когнитивних стратегија, примени аналогичности, евалуацији и другим когнитивним процесима (Vendetti, Matlen, Richland, & Bunge, 2015; Richland & Simms, 2015). Може се доћи до закључка да је ученицима требала подршка у проналажењу грешака не само због лошег познавања садржаја већ неразвијених вештина за евалуацију.

Ученици су и поред честе опомене истраживача да вербализују процес решавања проблема и начин размишљања, свој начин размишљања показивали демонстрацијом корака које желе да примене или промене (Табела 3.6.4-7).

Табела 3.6.4-7 Процент самосталности ученика у демонстрацији планираних корака

	<i>Увек уз опомену</i>	<i>Повремено самостално</i>	<i>Увек самостално</i>
I	24,1	34,5	31
II	0	48,3	24,1
III	0	65,5	10,3

Из табеле 3.6.4-7 се може видети да се повећава проценат ученика којима је неопходан подстицај на демонстрацију корака променом тежине и типа задатака, а да проценат ученика који самостално демонстрирају кораке опада. Разлог овоме може бити недостатак регулације стратегија како би се превазишле тешкоће приликом решавања проблема.

У табели 3.6.4-8 приказан је степен тачности планираних корака ученика.

Табела 3.6.4-8 Процент тачности у планираним корацима

	<i>Нетачно</i>	<i>Делимично тачно</i>	<i>Потпуно тачно</i>
I	3,4	24,1	20,7
II	3,4	72,4	13,8
III	3,4	73,9	3,4

Налази указују на то да је највећи проценат ученика који су планирали потпуно тачне кораке у првој стази задатака што је и очекивано с обзиром на једноставност захтева у тим задацима. Тај проценат опада приликом решавања комплекснијих задатака. Делимично тачни планирани кораци су у драстично већем проценту у односу на проценат потпуно тачних корака у другој и трећој категорији задатака.

Овакав налаз додатно указује на то је ученицима неопходна помоћ и подстицај да примењују стратегије које би их довеле до решења када се сусретну са мање познатим садржајем.

Мали је проценат ученика који су самостално вербално евалуирали свој поступак решавања проблема у смислу провере решења (10,3% у првој категорији, 6,9% у другој и 0% у трећој категорији задатака) (Табела 3.6.4-9).

Табела 3.6.4-9 Процент самосталности ученика у евалуацији решења

	<i>Увек уз опомену</i>	<i>Повремено самостално</i>	<i>Увек самостално</i>
I	10,3	34,5	10,3
II	10,3	48,3	6,9
III	6,9	58,6	0

Како се повећавала тежина задатака, тако се проценат ученика којима је требао подстицај да евалуирају вербално повећавао. Ипак, постоји могућност да су ученици евалуирали свој начин решавања проблема и кораке, али да то нису вербализовали. Према Виготском (Vygotsky, 1978 према Behrend, Rosengren, & Perlmutter, 1989) деца користе приватни говор (наглас) како би регулисали своје понашање, нарочито када су задаци у којима ученици учествују унапред дефинисани, вођени од стране наставника и неспонтани, али и захтевнији (Winsler & Diaz, 1995). Међутим, постоје тврдње да када је задатак превише тежак за ученика, односно када не постоји начин да ученик регулише процес тада може доћи и до смањења употребе приватног говора приликом чега је потребан додатан спољашњи подстицај (Behrend, Rosengren & Perlmutter, 1989). Ипак, студије у овој области указују на то да се саморегулација употребом приватног говора приликом решавања проблема смањује након трећег разреда постепеном интернализацијом процеса саморегулације (Bergen, 2002). Друга истраживања такође доводе у везу узраст ученика и усмену вербализацију приликом решавања проблема, према којима се са узрастом смањује употреба оваквог облика регулације (Winsler & Naglieri, 2003). С обзиром да су учесници истраживања, ученици четвртог разреда, могуће је да су тежили да евалуирају свој рад невербално, али и да је на то утицала тежина задатка. Такође, може се претпоставити да је евалуација скоро у потпуности изостала. Поред тога, вероватно је на овај процес утицало и присуство истраживача који је вршио интервенције када је то било потребно.

Постоје тврдње да учитељи сматрају да су ученици који траже помоћ више укључени у процес учења и да поседују циљну оријентацију (Nelson-Le Gall, 1981). Ипак, постоје и ученици који нису склони постављању питања, чак и када нису у могућности самостално да изврше задатак (Schunk & Zimmerman, 2008). Недостатак метакогнитивних вештина одражава се на вештине усмене комуникације о информацијама, интерпретације прочитаног, пажњу, меморију, решавање проблема и друге врсте самоконтроле (Flavell, 1979) што додатно објашњава налазе овог истраживања.

Ова студија указала је на то да ученици нису били склони тражењу помоћи од стране истраживача док је истраживач самостално не понуди (Табела 3.6.4-10).

Табела 3.6.4-10 Процент ученика који нису тражили помоћ

I	58,6
II	58,6
III	54,7

Преко половине ученика у све три стазе није тражило помоћ иако су ученици правили грешке, нарочито у другој и трећој катеогрији задатака, и ако је проценат ученика којима је требала помоћ приликом проналажења својих грешака био релативно висок (преко 70%) (Табела 3.6.4-6).

Сходно проценту ученика којима је требала помоћ у тражењу аналогних решења, проналаску својих грешака, евалуацији и проценту ученика који нису тражили помоћ, може се доћи до закључка да ученици немају довољно развијене поменуте вештине. Међутим, овом налазу се може приписати и тежина задатака. Ипак, неопходно је додатно испитати преференције ученика на овом узрасту ка вербализацији начина решавања проблема и усменим евалуирањем.

*ПЗ. Да ли су ученици четвртог разреда склони решавању проблема случајним погађањем када се сусретну са задацима који захтевају више когнитивно ангажовање?*

Због тежине одређених задатака, очекивано понашање било је и случајно погађање решења. Сходно томе, једно од истраживачки питања усмерено је на испитивање овог понашања.

У табели 3.6.4-11 је приказан проценат ученика који није решавао задатке случајним покушајима.

*Табела 3.6.4-11 Процент ученика који није примењивао случајне покушаје*

I	69
II	37,9
III	24,1

Као што је и претпостављено највећи проценат ученика није решавао задатке случајним погађањем у првој стази задатака, која је била и најједноставнија.

У табели 3.6.4-12 приказан је проценат ученика који су успели да реше задатке случајним покушајима из једног или више покушаја.

*Табела 3.6.4-12 Процент ученика који случајним покушајима решавају задатак кроз један или више покушаја*

	<i>Више од три покушаја</i>	<i>Два покушаја</i>	<i>Један покушај</i>
I	17,2	3,4	3,4
II	41,4	10,3	0
III	69	3,4	0

Из табеле 3.6.4-12 се може видети да се повећањем тежине задатака, повећавао и број случајних покушаја којим су ученици успевали да реше задатак. Овај налаз додатно објашњава проценат ученика који је у току решавања задатака мењао кораке, односно предомишљао се у свом поступку решавања проблема (Табела 3.6.4-13).

*Табела 3.6.4-13 Процент ученика који је мењао кораке*

I	58,6
II	86,2
III	96,6



Из табеле 3.6.4-13 се може видети да су у трећој стази скоро сви ученици мењали кораке, односно предомишљали се у поступку решавања задатака. Међутим, сама промена корака не значи и циљане, планиране покушаје због чега је извршена и процена степена самосталности у разумевању промењених корака (Табела 3.6.4-14).

Табела 3.6.4-14 Процент самосталности у разумевању промене корака

	<i>Уз потпуну помоћ истраживача</i>	<i>Делимично самостално</i>	<i>Потпуно самостално</i>
I	6,9	31	10,3
II	6,9	31	34,5
III	10,3	72,4	10,3

Може се приметити висок проценат ученика којима је била потребна помоћ у разумевању промене корака у трећој стази (72,4%). То говори о томе да ученици нису разумели циљ задатка, а самим тим ни наредне кораке које треба да примене иако су се одлучивали на промену корака.

Други истраживачи тврде да ученици који имају развијеније вештине решавања проблема више времена проводе у планирању решења, пре него што приступе решавању чиме смањују број редутантних и нетачних покушаја (Zoanetti, 2010). Да ученици углавном немају проблем са разумевањем секвенцијалног решења, говори и налаз да је око 62% ученика могло самостално да пронађе грешку у задацима где је захтевано да исправе програм како би он правилно радио. Најмањи проценат ученика који нису долазили до решења случајним погађањем је у трећој стази што је и очекивано с обзиром на повећану тежину задатака. Ученици су на овај начин у све три стазе успевали да реше задатак из три или више покушаја. У прилог овом налазу иду и налази истраживања који указују на то да ученици имају тежњу да проблеме решавају случајним покушајима, без потпуног разумевања захтева (Zoanetti, 2010). Такође, и друга истраживања указују на то да ученици најлакше усвајају примену секвенцијалног решења (Fokides & Atsikrasi, 2017; Giannakoulas & Xinogalos, 2018; Wilson, Hainey, & Connolly, 2013).

*П4. Да ли су ученици четвртог разреда вешти у проналажењу другог могућег решења, односно решавању задатка применом петљи и угњеждених петљи?*

Једно од истраживачких питања је испитивање да ли ученици четвртог разреда поседују вештине за идентификацију и примену другачијих решења у контексту решавања проблема у области програмирања. Сходно томе, у другој категорији задатака (где су коришћене једноставне петље) од ученика је затражено да покушају да пронађу други начин за решавање проблема, тако да код буде краћи (Табела 3.6.4-15).

Табела 3.6.4-15 Процент самосталности ученика у тражењу другог решења у другој стази

	<i>Не може да идентификује блок „понављај“</i>	<i>Идентификује блок „понављај“, али не може да га примени</i>	<i>Планира тачно друго решење употребом блока „понављај“</i>
II	48,3	41,4	13,8

Само 13,8% ученика је успело потпуно самостално да идентификује и примени блок „понављај“. Највећи проценат ученика није успео да пронађе друго решење задатка иако је блок „понављај“ био већ понуђен за употребу између осталих блокова. Процент ученика који су успели да идентификују друго решење, али не и да га примене био је 41,4%.

Процењено је у ком проценту ученици приступају другом решењу без захтева, односно колико њих је успело да успешно уради задатке применом другог решења када то од ученика није тражено (Табела 3.6.4-16).

Табела 3.6.4-16 Процент тачности приликом примене другог решења без захтева

	Нетачно	Делимично тачно	Потпуно тачно
II	48,3	31	13,8
III	41,4	41,4	10,3

Процена колико ученика је приступило примени другог решења самостално без захтева истраживача и дало тачно решење, указује на веома приближан проценат ученика који нису успели да пронађу друго решење у другој стази (48,3%) (Табела 3.6.4-15) и оних који нису успели да тачно ураде задатак применом другог решења (Табела 3.6.4-16) иако су покушали да то ураде. У трећој стази је овај проценат нешто мањи (41,4%).

Такође је процењена успешност у решавању задатака на различите начине када је то истраживач директно захтевао од ученика (Табела 3.6.4-17).

Табела 3.6.4-17 Процент тачности у примени другог решења након захтева

	Нетачно	Делимично тачно	Потпуно тачно
II	41,4	37,9	17,2
III	31	48,3	13,8

Може се приметити приближан проценат ученика који су успели потпуно тачно да реше задатке применом петљи (односно применом новог решења) (Табела 3.6.4-17), као и проценат ученика који су самостално урадили задатак на овај начин (13,8%) (Табела 3.6.4-18).

Табела 3.6.4-18 Процент самосталности ученика у примени другог решења након захтева

	Уз потпуну помоћ истраживача	Делимично самостално	Потпуно самостално
II	34,5	41,4	13,8
III	31	48,3	13,8

Резултати у категорији самосталности примене новог решења (када је то од ученика тражено) указују на то да је најмањи проценат ученика који су успели самостално да примене ново решење, а да је проценат ученика који су нетачно примењивали ново решење или им је решење било делимично тачно у већем проценту у другој и у трећој стази.

Приближан је проценат ученика који су самостално идентификовали и тачно применили друго решење (Табеле 3.6.4-15 и 3.6.4-16). Када је реч о самосталности примене другог решења, проценат ученика којима је требала помоћ је врло сличан проценту ученика који су успели делимично тачно да примене ново решење и у другој и трећој стази (Табеле 3.6.4-17 и 3.6.4-18). Други аутори налазе да поједини ученици избегавају примену другог решења како би што пре урадили задатак на начин који им је већ познат (Kalelioğlu & Gülbahar, 2014). Већ је поменуто да се проценат ученика који су

покушавали да ураде задатак случајним покушајима повећао са променом тежине задатка. Овај налаз се може повезати са процентом ученика који су успевали да реше задатке у другој и трећој стази из више од три покушаја када се од њих тражило ново решење (Табела 3.6.4-19). Тај проценат ученика је већи у трећој стази где су захтеви били сложенији.

Табела 3.6.4-19 Број покушаја примене новог решења

	<i>Више од три покушаја</i>	<i>Два покушаја</i>	<i>Један покушај</i>
II	65,5	10,3	10,3
III	82,8	3,4	3,4

Може се приметити да је највећи проценат ученика у обе стазе успео да дође до тачног решења тек након трећег или више покушаја. Овај резултат додатно поткрепљује већ поменуто налазе о томе да ученици приликом решавања тежих задатака имају тежњу да примењују случајне покушаје, што говори и о могућем неразумевању самог захтева задатка.

У табели 3.6.4-20 приказан је проценат самосталности решавања задатака на различите начине: секвенцијалним решењем (у другој и трећој стази), комбинованим решењем или угњежденом петљом.

Табела 3.6.4-20 Процент самосталности ученика приликом решавања задатака на различите начине

		<i>Уз потпуну помоћ истраживача</i>	<i>Делимично самостално</i>	<i>Потпуно самостално</i>
Употреба секвенцијалног решења	II	6,9	41,4	48,3
	III	10,3	34,5	44,8
Употреба комбинованог решења		24,1	34,5	31
Употреба угњеждене петље		34,5	61,7	3,4

Сличан проценат ученика који су проблем успевели да реше употребом секвенцијалног решења и у другој и у трећој стази (преко 40%) потврђује да поједини ученици нису разумели концепт петљи, али да су овладали секвенцијалним решавањем проблема. Овај проблем се огледа и у релативно високом проценту ученика (52,2%) који примењују секвенцијално решење иако су упознати са концептом петљи (Табела 3.6.4-1). Употребу комбинованог решења које подразумева примену комбинацију петљи, али засебних (не угњеждених) и секвенцијалних делова програма који се извршавају између блокова „понављај“ применило је самостално 31% ученика. Самосталну примену угњеждене петље успело је да изврши само 3,4% ученика. За преко 60% ученика је требала помоћ у томе.

Резултати студије указују да је мали проценат ученика који су самостално приступали новом решењу и тачно решавали задатке употребом петљи и угњеждених петљи. Висок је проценат ученика који су успевали да ураде задатке из три или више покушаја чему се може приписати тежина задатака, али и недостатак вештина ученика да сагледају друго могуће решење.

*П5. На које тешкоће ученици четвртог разреда наилазе приликом употребе петљи и угњеждених петљи?*

Очекиване су тешкоће у разумевању петљи и угњеждених петљи код ученика на овом узрасту. Због тога је важно утврдити на које конкретно тешкоће ученици наилазе приликом примене петљи и угњеждених петљи. У овој студији је то урађено проценом колико је ученика вешто у конкретним корацима примене петљи као што су одређивање броја потребних петљи, број понављања петљи и идентификација у ком делу програма је потребно убацити блок „понављај“.

У другој стази, проверено је да ли ученици могу самостално да одреде број понављања једне петље и лоцирају где је потребно уметну блок „понављај“ (Табела 3.6.4-21).

*Табела 3.6.4-21 Процент самосталности ученика приликом употребе петљи у другој стази*

	<i>Уз потпуну помоћ истраживача</i>	<i>Делимично самостално</i>	<i>Потпуно самостално</i>
Одређивање броја понављања петље	20,7	48,3	27,6
Лоцирање блока „понављај“	17,2	48,3	27,6

У оба случаја, 48,3% ученика је успело да одговори на ове захтеве уз помоћ истраживача. Идентичан је проценат ученика који су потпуно самостално одредили број понављања петље и одредили где је потребно петљу користити.

Са друге стране, у везу се могу довести категорије које се односе на разумевање петљи и угњеждених петљи и грешака које су ученици правили у ове две категорије задатака. За трећу групу задатака (коју су подразумевали задаци са угњежженом петљом), испитано је колико је процената ученика било самостално у одређивању броја блокова „понављај“, одређивању колико се пута која петља понавља, лоцирању где је потребно користити угњежжену петљу (Табела 3.6.4-22).

*Табела 3.6.4-22 Процент самосталности ученика приликом употребе петљи у трећој стази*

	<i>Уз потпуну помоћ истраживача</i>	<i>Делимично самостално</i>	<i>Потпуно самостално</i>
Одређивање броја блокова „понављај“	27,6	62,1	6,9
Одређивање колико се пута понавља која петља	17,2	69	3,4
Лоцирање угњежжене петље	24,1	69	6,9

Резултати су указали на то да је само мали проценат ученика успео потпуно самостално да одреди број потребних блокова „понављај“ и лоцира место у коду где је потребно користити угњежжену петљу (6,9%). Још је мањи проценат ученика који су успели да одреде колико се пута понавља која петља (3,4%).

За све три категорије је приближно једнак проценат ученика које су ове захтеве успели да реше уз помоћ истраживача (преко 60%). Овај налаз иде у прилог грешкама које су ученици правили у овој стази, а посебно може бити повезан са грешком када ученици

постављају блок „понављај“ један испод другог, нетачно распоређују блокове и грешкама у идентификацији који блокови се извршавају изван петље.

Ако се проценат ученика који су успели самостално да лоцирају место за петљу и одреде број понављања у другој стази упореди са процентом у категоријама које се односе на одређивање броја блокова „понављај“ и колико се пута која петља извршава из треће стазе, може се приметити да је повећан проценат ученика којима је била потребна помоћ у трећој стази (Табеле 3.6.4-21 и 3.6.4-22), а да је број ученика који су самостално решавали ове проблеме смањен. Ово потврђује отежано разумевање односа између блокова и петљи међусобно. У прилог овом резултату иду налази друге студије који указују на то да ученици 5. и 6. разреда разумеју једноставан облик петљи („понови  $x$  пута“), али да имају тешкоће у разумевању угњеждених петљи (Giannakoulas & Xinogalos, 2018). Да је разумевање овог концепта захтевно и за старије ученике потврђује истраживање којим је утврђено да већина ученика није успела да да тачно објашњење задатка са угњежденим петљама (Mladenović, Rosić & Mladenović, 2016). Други аутори испитују ефикасност лекције о секвенцама, итерацијама и другим основним програмерским концептима на разумевање ученика узраста 8-9 година и налазе да су ученици напредовали у разумевању, али да те разлике нису статистички значајне (Wilson & Moffat, 2010). Анализа ученичких пројеката у Scratch-у (узраст од 8-11 година), указује на то су скоро сви ученички пројекти садржали секвенцијални приступ, а нешто више од половине пројеката итерације (Wilson, Hainey, & Connolly, 2013). У наставку су дати примери решавања задатака ученика уз помоћ петљи и угњеждених петљи.

*Пример 1. Решавање задатка у другој стази, где се од ученика захтевала примена употреба петљи:*

Ученик чита задатак: Помози пчелици да покупи нектар.

Ученик вербализује начин размишљања: „Пошто је размак између мене (пчелице) и ова два цвета један, треба да покупим оба, онда треба да се померим три пута.“

\*Ученик бира блок „помери се напред“, а онда се предомишља и узима блок „понављај“\* Ученик коментарише: „Можемо овако.“, (уписује број три у блок „понављај“),... „и да се померимо напред“ (бира блок „помери се напред“ и смешта га унутар петље).

\*Ученик самостално испробава решење.\*

Истраживач подстиче ученика на размишљање: „Да ли је пчелица покупила нектаре?“

Ученик одговара: „Није, узела је само један.“

Истраживач интервенише: „Не, није узела ниједан, видимо то по њиховом броју.“ (показује ученику на екрану)

\*Ученик склања све блокове.\*

Ученик коментарише: „Мора да се помери напред, узме нектар.“

\*Ученик опет склања све блокове, узима блок „понављај“ и „помери се напред“.\* (ученик се овде враћа на почетак, склања исправне блокове, предомишља се).

Ученик наставља са коментаром: „Али нектар мора да се узме 2 пута, а да се помери 3 пута.“

Истраживач: „Тако је, како то можемо решити?“

Ученик: „Онда ћу да се померим напред, опет да се померим напред и да узмем нектар два пута...“

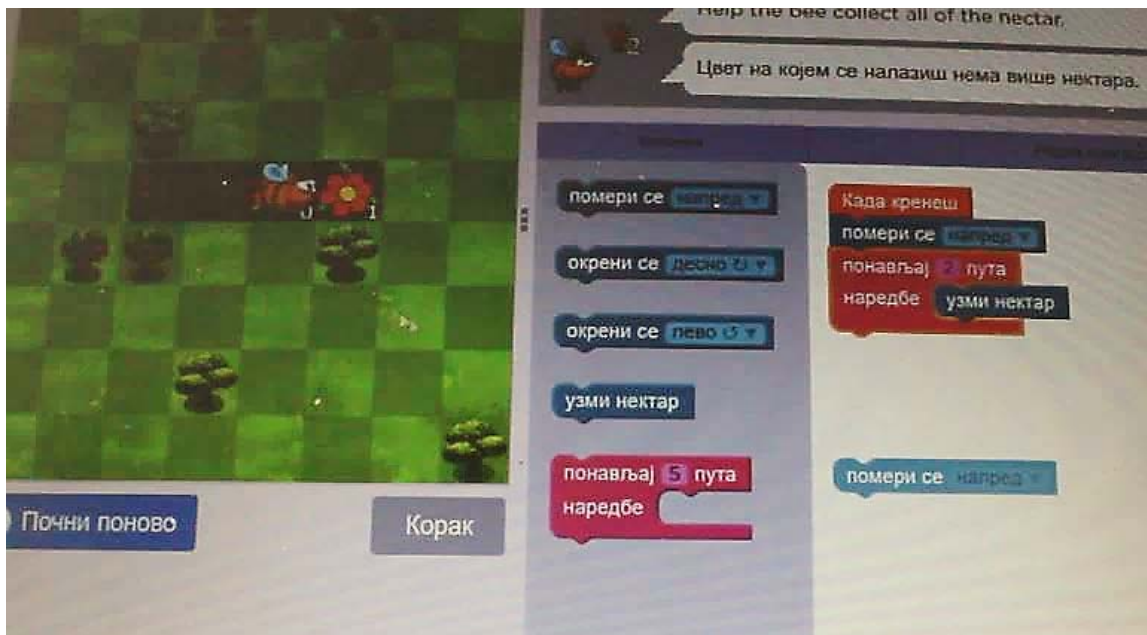
\*Ученик превлачи блок „понављај“, блок „узми нектар“ унутар петље и испробава решење.\*

Истраживач интервенише: „Не може тако, због чега?“

Ученик: „Зато што морам да се померим да узмем нектар и поново да се померим.“

Истраживач резимира циљ: „Значи два пута мораши да се помериши и узмеш нектар. Како ћеш то да урадиши?“

\*Ученик користи блок „помери се напред“, а испод поставља блок „понављај“ 2 пута и блок „узми нектар“ унутар њега.\* (слика 4)



Слика 4. Грешка у идентификацији колико се пута понавља блок „помери се напред“

Ученик коментарише: „Не могу овако да узмем нектар два пута јер ако се померим онда ћу да узмем само овде...“ (показује на екрану).

Истраживач покушава да подстакне ученика да схвати колико се две наредбе извршавају пута заједно: „А колико пута се и помера напред и узима нектар?“

Ученик: „Помера се напред три пута, а узима нектар два пута.“

Истраживач појашњава питање: „А колико се пута помера док узима нектар?“

Ученик: „Док узима нектар помера се два пута.“

Истраживач: „Тако је и то значи да...?“

Ученик: „Да ми је лакше да се померим напред, па да се поново померим напред да узмем нектар, да се поново померим напред и узмем нектар...“

\*Ученик примењује секвенцијално решење, односно враћа се на први покушај.\*

Ученик успешно решава задатак применом секвенцијалног решења.

Истраживач: „У реду, ово је један од начина, како би решио овај задатак употребом петљи?“

Ученик: „Не знам“.

Истраживач: „Да ли желиш да ти помогнем?“

Ученик: „Да“.

\*Истраживач ради задатак, али изоставља један блок (истраживач враћа ученика на његово претходно најтачније решење пре примене секвенцијалног решења и брисања

исправних блокова, слика 4)\*. Потом од ученика тражи да сам доврши решење: „Како можеш довршити задатак?“

Ученик: „Да додамо испод „помери се напред“.“

Истраживач: „Зашто испод?“

Ученик: „Па...“

Истраживач интервенише показујући на екрану кретање пчелице: „Када кренеш, само се помери напред јер овде нема нектара“ (ученик потврђује). „Шта онда пчелица треба да уради још два пута?“

Ученик: „Да се помери напред и узме нектар.“

Истраживач: „То значи да код тебе нешто недостаје. Понаваља се два пута блок „узми нектар“. Шта је то што недостаје?“

\*Ученик поставља блок „помери се напред“ испод блока „узми нектар“ унутар петље и испробава задатак. (демонстрација корака без вербализације)\*

Истраживач: „Да ли пчелица може прво да узме нектар па да се помери?“

Ученик: „Не, прво мора да се помери, па да узме нектар.“

\*Ученик мења распоред блокова и долази до тачног решења.\*

У овом примеру се јасно огледа покушај ученика да на почетку примени петље, али да је дошло до грешака у идентификацији који блокови се извршавају изван петље и одређивању блокова који се извршавају исти број пута, због чега ученик ипак прибегава секвенцијалном решавању задатка. Након тога, ученик одустаје од даљег самосталног покушавања да примени друго решење. И након помоћи истраживача, ученик погрешно одређује распоред блокова. У овом примеру изражена и је вербализација корака и демонстрација при чему ученик приликом мењања корака често склања исправне блокове.

*Пример 2. Решавање задатка са угњежденим петљама:*

Ученик чита задатак: Састављајући блокове покупи све цветиће.

\*Ученик започиње задатак додавањем два блока секвенцијално.\*

Ученик коментарише: „Можда ми је боље да узмем ово.“ \*Показује на блок понављај.\*

Истраживач: „Зашто?“

Ученик: „Зато што се помера пет пута и више.“

\*Ученик поставља блок „повнављај“ и уписује да се понавља 3 пута.\*

Истраживач: „Шта ће се догодити три пута?“

Ученик: „Помери се напред и узми нектар.“...“Онда следеће иде „окрени се десно.“...“онда опет можемо ово да поставимо.“ (поставља опет петљу),...“онда блок „окрени се лево...““

Истраживач: „Да ли је лево?“

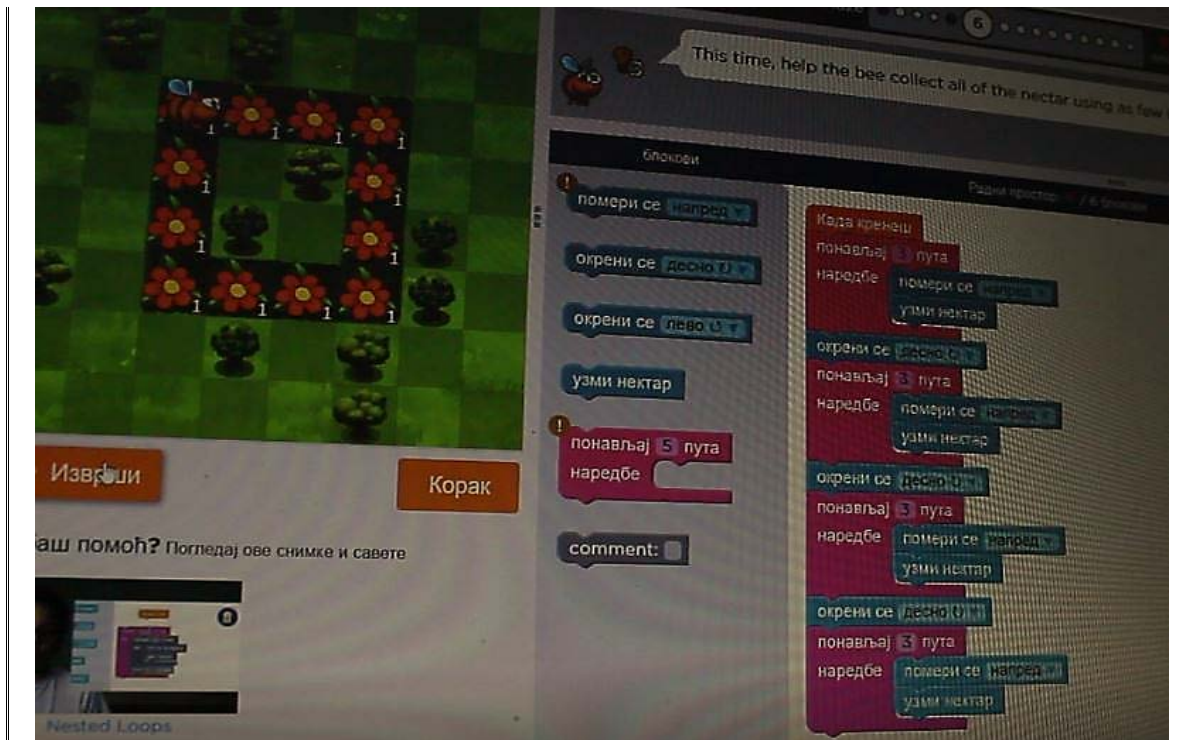
Ученик: „Не, десно.“

\*Ученик опет бира блок понављај три пута и понавља поступак. Опет прави грешку у смеру кретања објекта.\*

Истраживач: „Да ли је лево?“

Ученик: „Не, десно.“ (не успева да примени аналогичну о смеру кретања)

\*Ученик успева да реши задатак применом комбинованог решења.\* (Слика 5)



Слика 5. Примена комбинованог решења

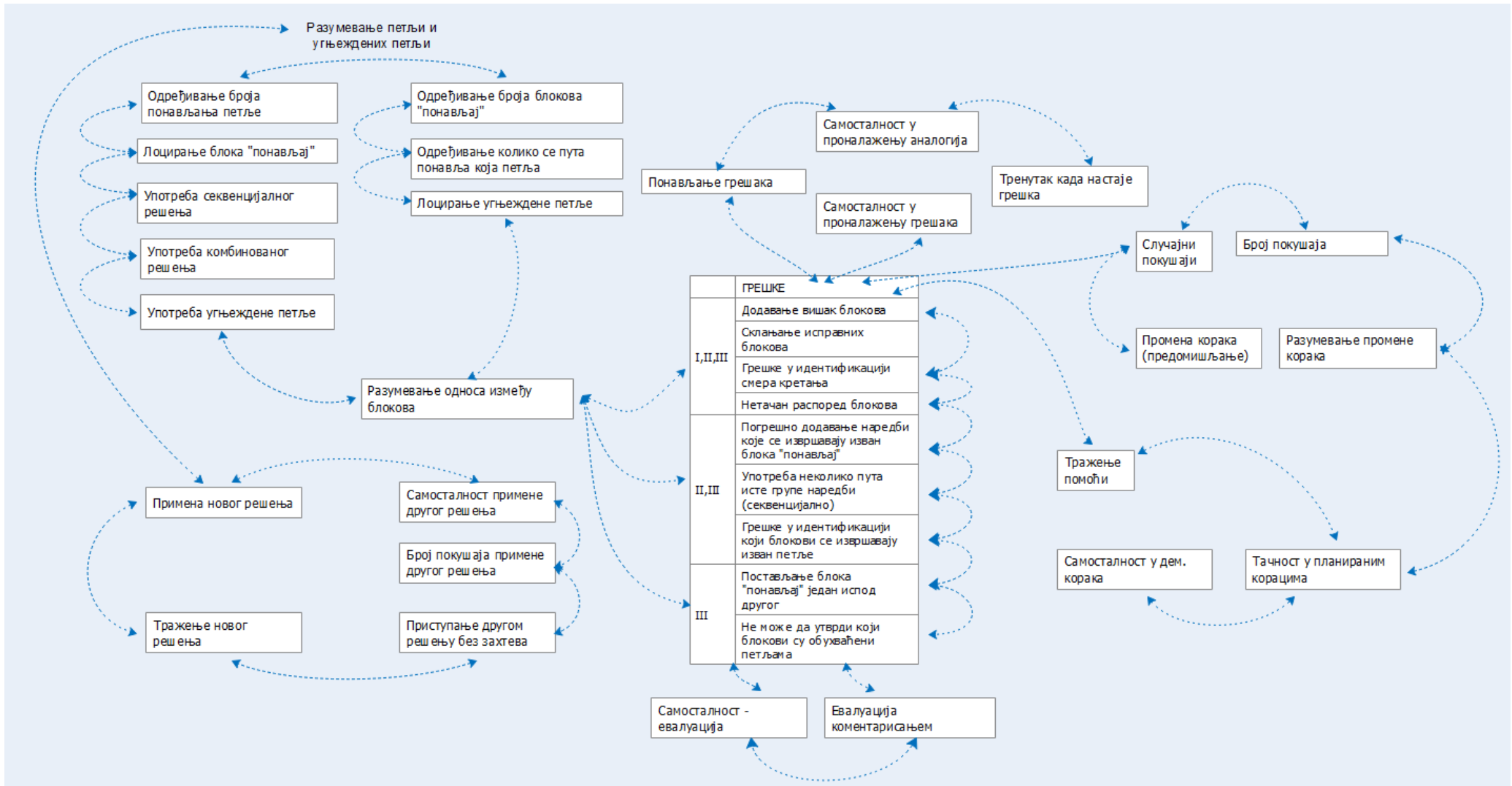
У овом примеру се може уочити да ученик не разуме примену угњеждених петљи, али да је овладао применом једноставних петљи. Такође, у овом примеру су видљиве и грешке у идентификацији смера кретања објекта. У овом примеру је изражена демонстрација планираних корака уместо вербализације.

Налази ове студије у складу су са резултатима студије у којој су се такође помоћу опсервација учитеља утврђивала понашања ученика приликом решавања проблема у контексту програмирања. Налази те студије показали су да се најниже процењене ставке односе на примену различитих решења, давање тачног решења или претпоставки, писање самостално сличног програма, али и тражење помоћи од вршњака (Kalelioğlu & Gülbağar, 2014). Већи је проценат (мада мањи од половине) ученика који су помоћ тражили од наставника. Око половине ученика је изјавило да је имало тешкоће у решавању проблема, а значајно мањи број ученика је изјавио да није разумео учитеља.

Може се закључити да је концепт петљи вероватно ефикасније учити у контексту других дисциплина, као што је роботика. Аутори (Bers et al., 2014) налазе да је кроз програмирање малих робота, преко половине деце предшколског узраста показало разумевање петљи.

Иако се ова студија не бави корелацијама између различитих категорија понашања, на основу добијених налаза и логичке анализе може се доћи до претпоставке о томе које су категорије међусобно повезане (Слика 3.6-1).





Слика 3.6-1 Приказ претпостављених веза између категорија понашања

С обзиром на тип ове студије и предмет којим се она бави, може бити корисно посматрати понашања са аспекта грешака које су ученици правили. Посматрањем грешака које су ученици правили, може се доћи до закључка о могућим везама. Тако се у везу могу довести нетачно распоређивање блокова са свим осталим наведеним грешкама с обзиром да та грешка подразумева скоро сваку од њих. Додавање вишка блокова и склањање исправних такође могу бити повезане грешке које не морају искључивати једну другу већ се могу манифестовати кроз понашање ученика да кроз промену корака склања претходно додате блокове, од којих су неки и исправни. Употреба неколико исте групе наредби секвенцијално и поред могућег решења уз помоћ петљи може бити у вези са грешкама које су ученици правили у одређивању броја понављања петљи, лоцирању њеног места, идентификацији који блокови се извршавају изван петље или унутар њих. На пример, веома је очекивано да ће ученик који прави грешке у томе који блокови су обухваћени којом петљом (у угњежденим петљама) тежити нетачном распоређивању блокова „понављај“, покушати да примени секвенцијално решење, грешити у томе који блокови се извршавају изван петље, као и колико се пута петље понављају.

Шире посматрано, способност ученика за аналогно размишљање може бити повезано са тим у којој мери ученици понављају грешке, односно да ли грешке настају само у почетним задацима или током свих задатака. С обзиром да се задаци надовезују по садржини, очекивано је да ће уколико ученици могу развити аналогиче, број грешака које ученици праве бити смањен, да ће самостално увиђати своје грешке и да неће понављати исти тип грешака кроз различите задатке.

Са друге стране, очекивано је да ће ученици више грешити уколико покушавају да дођу до решења случајним покушајима него планираним корацима, усмереним ка циљу. Број покушаја из којих ученик успева да реши задатак даље може бити у вези са његовим разумевањем примене корака које предузима, односно тиме да ли су ти кораци случајни или испланирани.

Учесталост грешака које ученици праве може се повезати са категоријом тражња помоћи, односно активирањем једне од стратегија за олакшано решавање проблема. Такође, може се очекивати ће се услед грешака које ученици праве јавити потреба за евалуацијом начина размишљања и поступка решавања проблема. Ипак, пошто су у питању ученици четвог разреда чије вештине саморегулације још увек нису развијене, веза између ових категорија је дискутабилна у овом контексту.

Идентификација и примена новог решења (примена петљи и угњеждених петљи), број покушаја приликом њихове примене, као и самосталност у њиховој примени могу бити повезани са категоријама грешака које ученици праве, а које су даље у вези са тим у ком степену ученици разумеју однос између блокова. Уколико ученици не разумеју однос између блокова, сасвим је очекивано да ће правити грешке које се односе на нетачан распоред блокова, погрешно одређивање где је потребно уметнути петље, број њихових понављања и сл. Са друге стране, може се и очекивати да ће самостална идентификација и разумевање новог решења, водити и тачности у њиховој примени. Сходно томе, успешна примена новог решења је вероватно повезана за категоријама разумевања петљи и угњеждених петљи.

Ако се посматра сам поступак и примена конкретних корака приликом решавања задатака уз помоћ петљи, у везу се могу довести тешкоће које ученици имају у лоцирању

петље, одређивању броја потребног понављања петље, али и одређивању потребног броја блокова „понављај“ и одређивању колико се пута која петља понавља (код угњеждених петљи). Очекивано је да ученици који имају тешкоће у разумевању једноставних петљи, имају тешкоће и у примени угњеждених. Посебно наглашена веза може бити између категорија лоцирање блока „понављај“ и број понављања код једноставних петљи, лоцирање угњеждене петље, одређивања броја понављања петљи и одређивања колико се пута која петља понавља. Тешкоће у одређивању ових елемената могу бити у вези са разумевањем односа између блокова, а самим тим и грешкама које ученици праве. Ове тешкоће даље воде примени секвенцијалног решења. Разумевање једноставних петљи води примени комбинованог решења (секвенцијалног програма у комбинацији са једноставним петљама) па су на тај начин у везу могу довести три начина решавања проблема (секвенцијално, комбиновано и угњежденим петљама).

### 3.6.5. Закључна разматрања – истраживање о начину решавања проблема ученика у контексту програмирања

Анализом квалитативних и квантитативних података добијени су одговори на постављена истраживачка питања. Ученици четвртог разреда исказују неразумевање програмерских концепата прављењем следећих грешака: додавањем вишка блокова, склањањем исправних блокова, грешкама у идентификацији смера кретања, одређивањем нетачног распореда блокова, погрешним додавањем наредби које се извршавају изван блока „понављај“, употребом неколико пута исте групе наредби (секвенцијално), грешкама у идентификацији који блокови се извршавају изван петље, постављањем блока „понављај“ један испод другог и грешкама у утврђивању који блокови су обухваћени којим петљама. Наравно, нису све грешке једнако заступљене, али указују на тешкоће које ученици имају приликом разумевања петљи и њихов начин размишљања приликом решавања задатака у контексту програмирања. Показало се да је већина ученика овладала применом секвенцијалног решења.

Показало се да у зависности од тежине и типа задатака, ученици изражавају тешкоће у примени аналогних решења, али и примени одређених стратегија регулације. Такође се показало да су ученици имали тешкоће приликом планирања тачних корака, евалуације и проналажењу својих грешака.

Резултати су указали и на то да ученици теже решавању проблема случајним покушајима, нарочито када су у питању задаци који захтевају више когнитивно ангажовање. Овај налаз се додатно потврђује налазом о броју покушаја којим су ученици успевали да дођу до решења, али и честим погрешним корацима које су ученици правили.

Ученици имају тешкоће у проналажењу и примени другог решења (применом петљи и угњеждених петљи) због недовољног разумевања садржаја, што иде у прилог резултатима који се односе на прво истраживачко питање, али и објашњава налаз зашто су ученици тежили решавању задатака случајним покушајима.

Утврђивањем у ком проценту ученици имају тешкоће у конкретним корацима приликом примене петљи и угњеждених петљи дошло се до налаза да ученици показују тешкоће у одређивању броја понављања једноставних петљи, лоцирању где је потребно уметнути блок „понављај“, одређивању броја понављања петље, лоцирању блока „понављај“, као и одређивању колико се пута понавља која петља у угњежденим петљама и њиховом лоцирању.

Квалитативном анализом видео материјала у којима је приказан процес решавања проблема ученика у контексту програмирања, утврђени су неки обрасци у понашању ученика, решавању проблема и прављењу грешака. Утврђено је да ученици на неколико устаљених начина приступају решавању задатака, да праве исти тип грешака на другачији начин и да приступају решавању проблема пре него што у потпуности разумеју задатак.

С обзиром да је истраживање експлоративно, импликације за будуће истраживање биле би повећање узорка ученика, повећање броја задатака и проналажење корелација између одређених категорија понашања како би се почетни модел понашања решавања проблема у контексту програмирања додатно евалуирао.

### **3.7. Резиме поглавља - Модели примене апликативног софтвера у разредној настави**

У овом поглављу су приказани и анализирани модели примене различитих типова образовног софтвера са ученицима од првог до четвртог разреда. У првом делу поглавља приказани су модели примене платформе code.org за учење програмирања, модели примене симулација за усвајање основних научних концепата и Web 2.0 алата као средства за развој комуникационе и научне писмености.

Емпиријски део истраживања који је описан у другом делу овог поглавља односи се на евалуацију примене code.org платформе (Курс 2) на узорку ученика од првог до четвртог разреда. У овом истраживању испитани су ефекти примене ове платформе на ставове ученика према програмирању узимајући у обзир успешност ученика различитог узраста у решавању проблемских задатака који су обухваћени Курсом 2. Као што је и очекивано, резултати овог истраживања указали су на то да је старија група ученика (трећег и четвртог разреда) била успешнија у решавању проблемских задатака у односу на млађу групу ученика (првог и другог разреда). Боља успешност старијих ученика у решавању задатака резултирала је позитивнијим ставовима према програмирању и употреби code.org платформе у односу на млађу групу ученика. Анализом садржаја задатака које су ученици решавали дошло се до закључка да одређен број задатака може бити проблематичан за ученике првог и другог разреда због захтева за употребом концепта углова које ученици на овом узрасту још увек нису довољно савладали. Самим тим, слабија успешност млађе групе ученика може бити повезана и са недовољним познавањем садржаја које су требали да примене у задацима, што је даље утицало да млађа група ученика негативније процени ставове према програмирању и коришћеној платформи. Сходно томе, закључено је да употреба ове платформе може бити корисно средство и за усвајање математичких концепата.

У трећем делу овог поглавља приказано је истраживање чији је предмет начин решавања проблема ученика четвртог разреда употребом платформе code.org (Курса Е). Резултати овог истраживања заснивају се на комбинацији квалитативних и квантитативних извора података добијених анализом садржаја (видео материјала) и процентом сагласности два опсервера у процени понашања ученика приликом решавања проблема. Ова експлоративна студија одговорила је на неколико истраживачких питања, а која се односе на процес решавања проблема ученика четвртог разреда у области програмирања. Најпре су установљене грешке које су ученици најчешће правили приликом решавања задатака различитог типа и тежине чиме се добила јаснија слика о

начину размишљања ученика у овом контексту. Потом је установљено да ученици четвртог разреда имају тешкоће у тражењу аналогичних и примени стратегија за успешно решавање проблема, као и да теже решавању проблема случајним покушајима. Разлог за манифестацију оваквог понашања може бити неразумевanje захтева задатка и програмерских концепата, али и недостатак активних мисаоних стратегија којима би се проблем постепено решавао. У вези са претходним налазима, показало се и то да ученици имају тешкоће у проналажењу другачијих решења задатака (конкретно употребом петљи и угњеждених петљи) што опет води закључку о тешкоћама ученика да разумеју програмерске концепте, створе аналогичне и другачије приступају проблему. Због свега тога било је неопходно и утврдити које су то проблематичне тачке у самом поступку решавања задатака применом петљи и угњеждених петљи. Резултати су указали на то да ученици имају тешкоће у одређивању броја понављања петљи, њиховом лоцирању и утврђивању односа између блокова када се користе петље због чега теже примени секвенцијалног решења. Ипак, одређен број ученика је успео да савлада једноставне петље па су се као најпроблематичнији концепт, као што је и очекивано, показале угњеждене петље. Логичком анализом добијен је почетни модел повезаних понашања приликом решавања проблема у контексту програмирања који је потребно накнадно евалуирати.

На основу резултата студије обухваћених овим поглављем може се доћи до закључка да је усвајање програмерских концепата и развој алгоритамског размишљања на овом узрасту веома комплексно због чега је неопходан висок ниво учитељских компетенција. Сагледавање проблема на које ученици наилазе приликом решавања проблема и начина њиховог размишљања доприноси планирању садржаја, као и активности које ће учитељи применити са ученицима. То даље води успешности, а самим тим и позитивнијим ставовима ученика.

#### **4. МОДЕЛИ ПРИМЕНЕ АПЛИКАТИВНОГ СОФТВЕРА У ОБРАЗОВАЊУ УЧЕНИКА И УЧИТЕЉА И ЊИХОВОМ СТРУЧНОМ УСАВРШАВАЊУ**

У овом поглављу приказани су модели примене различитих типова софтвера у образовању ученика, који се могу применити и у образовању учитеља и наставника. То су: модел примене симулација са нижим степеном интерактивности у комбинацији са компјутерски подржаним елаборираним повратним информацијама; модел примене симулација са вишим степеном интерактивности у комбинацији са компјутерски подржаним елаборираним повратним информацијама; модел примене симулација са вишим степеном интерактивности у комбинацији са елаборираним повратним информацијама од стране наставника; као и седам модела примене Web 2.0 алата за стручно усавршавање наставника и образовање будућих наставника/учитеља (модел употребе блога – конструктивистички приступ; модел примене блога – студија случаја и заједница блогова; модел примене портфолија - ТРАСК теоријски оквир; модел примене портфолија – оснаживање професионалног развоја у првој години студија; модел примене портфолија – ePEARL као алат за подстицање саморегулисаног учења; модел примене програма за развој вештина примене Web 2.0 алата за активне наставнике/учитеље; модел програма за развој вештина примене Web 2.0 алата 2 заснован на развоју случаја и ТРАСК теоријским оквиром). У последњем делу поглавља приказан је емпиријски део истраживања који је реализован у оквиру дисертације.

##### **4.1. Модел примене симулација са нижим степеном интерактивности у комбинацији са компјутерски подржаним елаборираним повратним информацијама**

Симулације (виртуелне лабораторије) представљају интерактивне алате за визуелну презентацију реалних природних процеса који омогућавају корисницима да управљају улазним параметрима и врше мерења (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2018).

Појам интерактивности односи се на степен слободе који корисници могу имати приликом употребе софтвера. На пример, софтвер ниже интерактивности у овом контексту подразумева да ученик може само вршити промену улазних параметара у већ састављеном електричном колу и вршити мерења физичких величина. Виши ниво интерактивности подразумева да ученици могу самостално креирати електрична кола, изгледа и сложености које сами дефинишу, а потом вршити промену параметара и мерење.

Како би се добио јаснији увид за које контексте учења је потребан виши, а за које нижи ниво интерактивности, потребно је сагледати које су то предности и недостаци оба типа симулација. Симулације са већ креираним електричним колима са једне стране могу олакшати учење јер су једноставније за употребу и захтевају од ученика нижи степен мисаоног ангажовања. Са друге стране, овакав приступ ускраћује ученике могућности да самостално креирајући електрична кола савладају начин повезивања елемената у струјном колу и стекну јаснију слику о њиховом односу. Симулације које захтевају самостално састављање електричних кола за ученике могу бити сложеније, јер ученици најпре морају саставити функционално исправно електрично коло како би могли да приступе промени вредности параметара и мерењу. Због тога је неопходно водити рачуна о когнитивном оптерећењу ученика које може бити повећано.

Рачунарски подржане повратне информације, које су такође обухваћене овим моделом, подразумевају аутоматизоване одговоре на постигнуће и одговоре ученика. Основна предност повратних информација подржаних рачунаром је у томе што на овај начин сви ученици добијају истовремено повратне информације о томе како су разумели садржај

без одлагања. Такође се искључује утицај наставника који није у могућности да свим ученицима одговори истовремено и да пружи повратну информацију истог квалитета. Наравно, овај приступ може имати и недостатке јер је често за разумевање повратне информације неопходна усмена и директна комуникација.

Овај софтвер је намењен ученицима 8. разреда основне школе јер се садржаји које покрива (Омов закон и везивање отпорника) изучавају у оквиру предмета Физика и Техничко и информатичко образовање у осмом разреду. Овај садржај из области физике и електротехнике основа је за продубљивање знања у средњим стручним школама сродних подручја. Ипак, овај модел се може примењивати и код ученика разредне наставе у циљу упознавања са концептом струје са одређеним прилагођавањем узрасту ученика. Други аутори налазе позитивне ефекте примене симулација на разумевање концепта једноставних електричних кола код ученика четвртог разреда (Jaakkola & Nurmi, 2008). Поред тога, овај модел се може примењивати и у стручном усавршавању наставника/учитеља или њиховом иницијалном образовању. На тај начин, студенти или наставници се могу обучити за имплементацију софтвера у настави.

Садржину софтвера чине симулација, односно виртуелна лабораторија, која има за циљ да ученике упозна са основама функционисања једноставних струјних кола, Омовим законом и везивањем отпорника, као и тест са повратним информацијама чија је функција да помогне ученицима у разумевању концепата струје, напона и отпора (Đorić, Lambić & Jovanović, 2019).

Софтвер функционише по принципу интернет странице која је креирана помоћу HTML-а и Java програмског језика. Приликом приступања софтверу, отвара се страница за пријаву ученика, која садржи податке за пријаву и регистрацију (Слика 4.1-1).

**InteraktivnaSkolica**  
Vežba - vezivanje otpornika.

Logout  
VIDIMO SE

Dobro došli u Interaktivnu školicu fizike!

Na ovom sajtu nalazi se lekcija iz fizike: **Omov zakon i vezivanje otpornika**

Da biste pristupili lekciji najpre morate kreirati svoj korisnički nalog. Ukoliko već posedujete korisnički nalog, potrebno je da se prijavite sa svojim podacima!

**Logovanje**

Username: unesi username  
Password: unesi password

Uloguj se

**Registracija**

Ime: unesi ime  
Prezime: unesi prezime  
Škola: unesi naziv škole  
Odeljenje: unesi odeljenje  
Username: unesi username  
Password: unesi password  
Potvrdi password: potvrdi password

Registruj se

Слика 4.1-1 Изглед странице за пријаву корисника


Након пријаве ученика, отвара се страница која описује намену софтера и начин употребе.

Кретање кроз лекцију организовано је на следећи начин:

- Први корак је приступ садржају лекције у виду текста и слика којима се објашњава Омов закон и принцип везивања отпорника у редној и паралелној вези (Слика 4.1-2);

# InteraktivnaSkolica

Vežba - vezivanje otpornika.



Početna
Lekcija
Test
Rezultati
Informacije
Kontakt

## Lekcija - Omov zakon

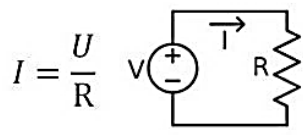
Dobro došli u lekciju Omov zakon. Kada prođete kroz ovu lekciju, vi ćete:

- primenjivati Omov zakon
- računati ekvivalentan otpor kao i pojedinačne otpore
- analizirati odnos između struje i napona
- steći znanja koja će kasnije voditi širim saznanjima


LEKCIJA SE NALAZI NA LINKU ISPOD: PHET SIMULACIJA.

### OMOV ZAKON

Prema Omovom zakonu, struja koja prolazi kroz provodnik između dve tačke direktno je proporcionalna naponu na istim tačkama tog provodnika. Iz ove definicije proizilazi sledeća formula:  $I=U/R$ , gde je R električni otpor ( $\Omega$  - om), I jačina struje (A - amper), U električni napon (V – volt) iz postavljene jednačine je vidljivo da je R ne promenljiva veličina obrnuto srazmerna jačini električne struje.



Omov zakon za deo strujnog kola



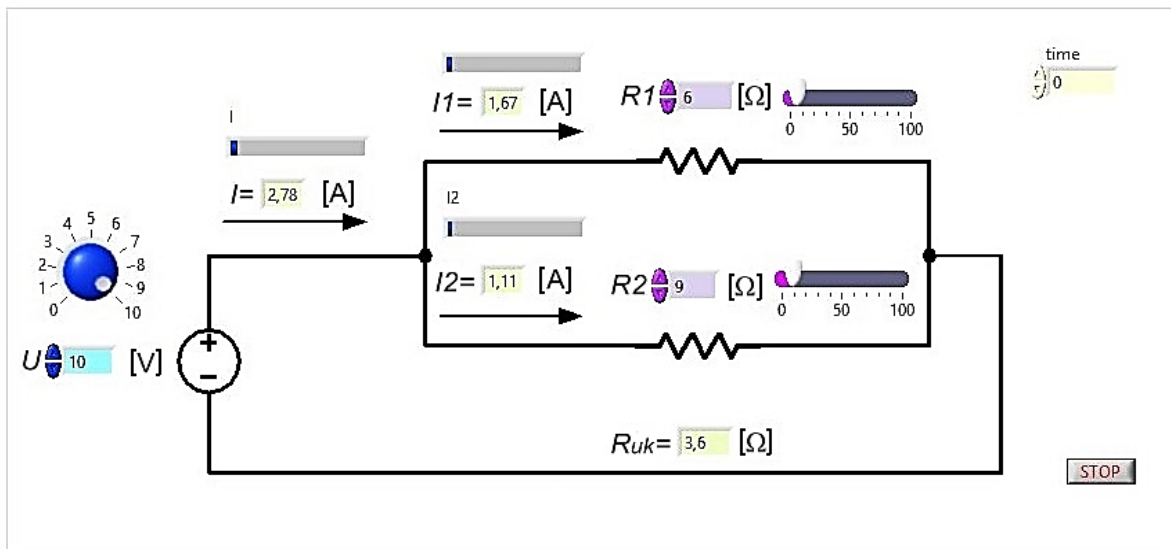
Kao što se vidi sa slike, između tačaka postoji određen napon, prilikom čega u kolu postoji otpor R kroz koji protiče električna struja. Vrednost otpora za ovo strujno kolo biće:

$$R = \frac{U}{I}$$

Слика 4.1-2 Изглед странице са текстом и сликама

- Други корак је приступање симулацији која садржи приказ састављених електричних кола са променљивим параметрима напона и отпора. Симулација је креирана у LabView v12 (<http://www.ni.com/download/labview-development-system-2012-sp1/3692/en/>) програмском пакету и садржи три картице при чему једна картица представља симулацију једноставног струјног кола, друга је симулација редног везивања отпорника и трећа је симулација паралелног везивања отпорника (Слика 4.1-3). Приликом употребе симулација, ученици могу управљати вредностима напона и отпора и вршити мерење струје на основу задатих параметара. Приказ симулације садржи и графичку скалу која показује однос струје, напона и отпора;





Слика 4.1-3 Приказ симулације – паралелно везивање отпорника

- Након рада у симулацији, ученици могу приступити решавању теста који служи за проверу њиховог концептуалног разумевања. Тест садржи задатке различите тежине: задатке у којима се тражи једноставно препознавање формула; задаци у којима се тражи примена образаца; задаци на вишим нивоима постигнућа којима се проверава разумевање односа струје, напона и отпора при промени ових величина и предвиђање последица и сл. Задаци су конципирани као задаци вишеструког избора што је веома често у контексту електронског учења (Butler, Karpicke, & Roediger III 2007; Zlatović, Balaban, & Kermek 2015 према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019) (Слика 4.1-4).

1. Паралелним везивањем отпорника у колу, у односу на редно везане отпорнике, еквивалентна вредност отпора се:

- smanjuje
- povećava
- ostaje ista
- NE ZNAM

2. Ukoliko su u kolu sa redno vezanim otpornicima vrednosti  $R_1=45\Omega$ ,  $R_2=30\Omega$ , a  $U=15V$ , izračunate vrednosti otpora  $R_1$ , струје  $I$ ,  $U_1$  i  $U_2$  биће:

- $R_1=15\Omega$ ;  $I=0,33A$ ;  $U_1=4,95V$ ;  $U_2=9,9V$
- $R_1=15\Omega$ ;  $I=1A$ ;  $U_1=15V$ ;  $U_2=30\Omega$
- $R_1=90\Omega$ ;  $I=0,17A$ ;  $U_1=15V$ ;  $U_2=30\Omega$
- NE ZNAM

3. Ukoliko je u kolu sa paralelno vezanim otpornicima  $R_1=5\Omega$ ,  $R_2=5\Omega$ , a  $U=10V$ , izračunate vrednosti  $R_e$ ,  $I$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  биће:

- $R_e=2,5\Omega$ ;  $I=4A$ ;  $I_1=2A$ ;  $I_2=2A$
- $R_e=2,5\Omega$ ;  $I=4A$ ;  $I_1=0,5A$ ;  $I_2=0,5A$
- $R_e=10\Omega$ ;  $I=1A$ ;  $I_1=0,5A$ ;  $I_2=0,5A$
- NE ZNAM

Слика 4.1-4 Пример задатка у тесту

С обзиром на налазе о позитивним ефектима примене елаборираних повратних информација и формативног проверавања знања са вишеструким покушајима решавања теста (Clariana & Koul, 2005, Law & Chen, 2016 према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019) на концептуално разумевање ученика, у овом софтверу су примењена оба елемента проверавања разумевања ученика. Дакле, када ученик приступи тесту и неуспешно одговори на одређен број задатака, софтвер избацује страницу са повратним информацијама у виду објашњења за сваки задатак, али без давања тачних одговора и информација о томе на који задатак је дат тачан одговор, а на који не. Објашњења за сваки задатак су тако формулисана да ученика подстичу на размишљање о начину решавања проблема, али и о томе како је ученик претходно дошао до решења (Слика 4.1-5).

### Pitanje

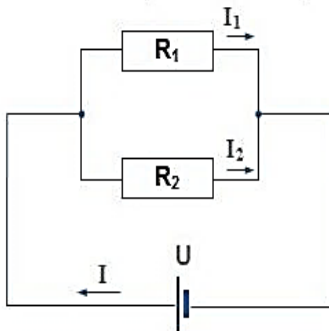
Data su dva paralelno vezana otpornika otpornosti  $R_1=10\Omega$  i  $R_2=20\Omega$ , a  $U=10V$ . Ukoliko se vrednost otpora  $R_1$  poveća na  $15\Omega$ , šta će se dogoditi sa strujom  $I$ ?

### Objasnjenje

Za kolo sa paralelno vezanim otpornicima важи:  $I=I_1+I_2$ , а  $I_1=U/R_1$ , itd. Ако се повећа вредност отпора, смањиће се струја која протиче кроз тај отпорник. Шта ће се десити са струјом  $I$ ? Ако се струја  $I_1$  смањи због повећане отпорности, шта се мора догодити са струјом  $I$ ? Провери да ли си тачно размишљао/ла!

### Pitanje

Ukoliko su u kolu sa paralelno vezanim otpornicima  $R_1=10\Omega$  i  $R_2=15\Omega$ ,  $I=4A$ , vrednosti pojedinačnih struja,  $U$  i  $R_e$  биће:



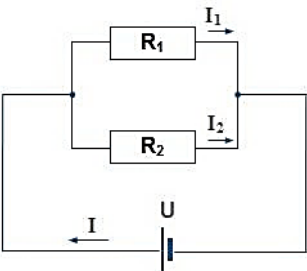
### Objasnjenje

Za paralelnu vezu важи да су  $I_1=U/R_1$ , itd. вредности појединачних струја, а укупна струја у колу  $I=I_1+I_2$ . Применjuje се Омов закон као и израз за еквивалентну отпорност код паралелно vezаних отпорника. Провери да ли си поступио/ла тачно!

Слика 4.1-5 Пример приказа повратних информација након неуспелог решавања теста

Након што ученик прочита добијене повратне информације, софтвер га упућује да поново приступи лекцији, а потом симулацији како би могао да поново започне решавање теста. Поступак се понавља док ученик не одговори исправно на одређен број задатака. Због динамичке форме интернет странице, при сваком покушају решавања теста отвара се нова група задатка насумичним избором из базе задатака. На овај начин, ученик се подстиче да користи аналогije и примењује их на основу претходно решаваних задатака и повратних информација које је добио. Након што ученик успешно уради задатке, отвара се страница која приказује све задатке на које је ученик дао одговор, тачним одговорима и објашњењима за сваки задатак (Слика 4.1-6).

7. Ukoliko je u kolu sa paralelno vezanim otpornicima  $R_1=5\Omega$ ,  $R_2=5\Omega$ , a  $U=10V$ , izračunate vrednosti  $R_e$ ,  $I$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  biće:



$R_e=2,5\Omega$ ;  $I=4A$ ;  $I_1=2A$ ;  $I_2=2A$   
  $R_e=2,5\Omega$ ;  $I=4A$ ;  $I_1=0,5A$ ;  $I_2=0,5A$   
  $R_e=10\Omega$ ;  $I=1A$ ;  $I_1=0,5A$ ;  $I_2=0,5A$   
 NE ZNAM

**X** Važi da je  $R_e=R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$ . Vrednost struje jednaka je količniku napona i ekvivalentnog otpora. Vrednost pojedinačnih struja jednaka je količniku ukupnog napona i vrednosti otpora kroz koji teče ta struja. Proveri da li si koristio/la ove obrasce da dođeš do pravog rešenja!

8. Paralelnim vezivanjem otpornika u kolu, u odnosu na redno vezane otpornike, ekvivalentna vrednost otpora se:

smanjuje ✓  
 povećava  
 ostaje ista  
 NE ZNAM

**✓** Kod paralelne veze otpornika recipročna vrednost električne otpornosti jednaka je zbiru recipročnih vrednosti pojedinačnih otpornosti. Kod paralelne veze važi  $R_e=R_1+R_2+\dots+R_n$ . Proveri da li si dobro zaključio/la!

Слика 4.1-6 Пример приказа повратних информација након успешног решавања теста (комбинација елаборираних повратних информација и информација о тачном одговору)

Због употребе већ креираног електричног кола, претпоставља се да ће техничка употреба софтвера бити релативно једноставна за ученике, а да ће садржина симулације омогућити ученицима да разумеју концепт Омовог закона и везивања отпорника. Због тога се очекује да неће доћи до когнитивног оптерећења ученика (Sweller, 2010) приликом употребе овог софтвера.

Поред тога, очекује се да на позитивне ефекте учења утичу и рачунарски подржане повратне информације које ученици добијају. Рачунарски подржане повратне информације омогућују да сви ученици добију благовремене информације о свом разумевању и постигнућу, као и да сви ученици имају приступ једнако квалитетним објашњењима везано за сваки задатак.

На основу описаног модела примене овог софтвера, очекује се да ће након учења уз помоћ софтвера ученици:

- Дефинисати концепте напона, струје и отпора;
- Утврђивати везе и односе између напона, струје и отпора;
- Разликовати принцип функционисања и законитости приликом редног и паралелног везивања отпорника;
- Уз помоћ повратних информација које добијају бити подстакнути на употребу когнитивних и метакогнитивних стратегија како би решавали задатке;
- Позитивно вредновати овакав приступ учењу;
- Стећи искуство за употребу сличних софтвера, али и решавање тестова у описаном облику.

Са друге стране, будући учитељи своју професију посматрају кроз призму својих искустава током школовања. Ставови које су стицали према одређеним начинима учења, употреби различитих наставних средстава и њиховом утицају на њихов процес учења могу утицати на њихово будуће професионално понашање.

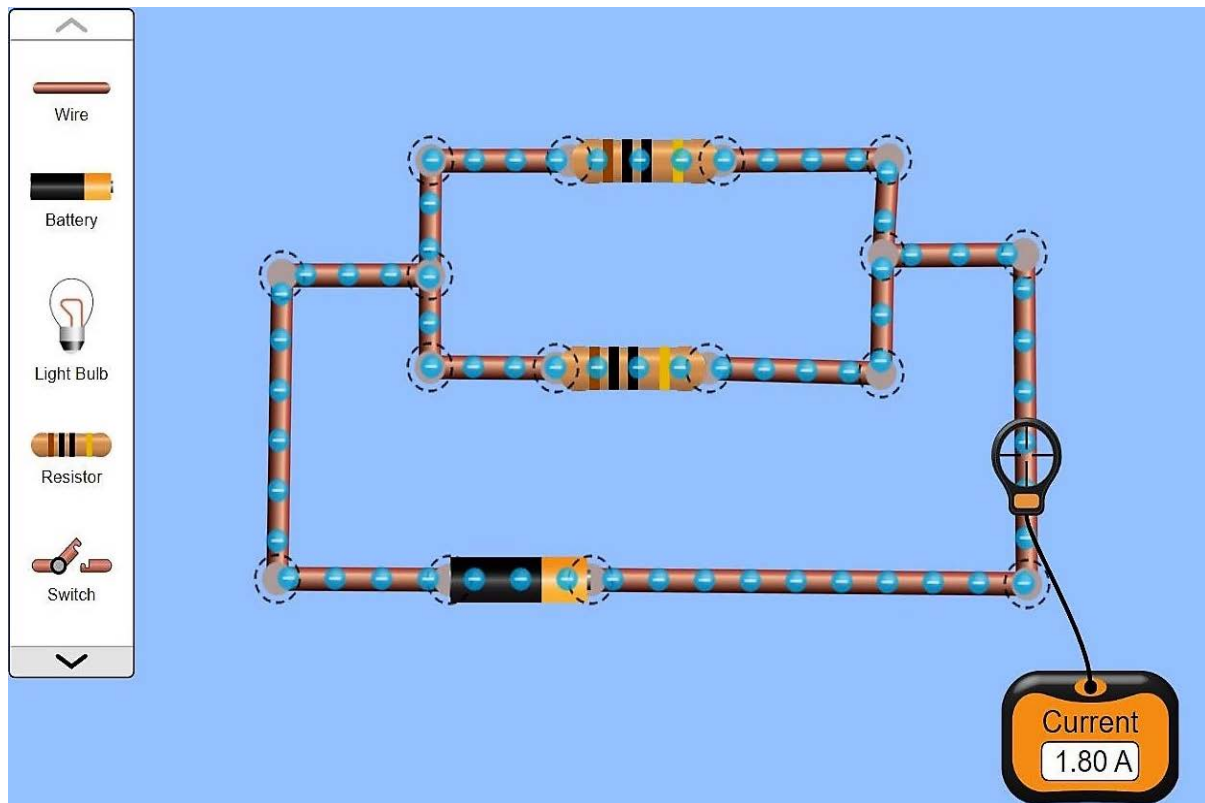
Постоји велики број фактора који могу утицати на то какав учитељи имају однос према технологији и да ли ће је користити у настави. Неки од тих фактора су (Ламбић, 2012): потребан труд који је потребно уложити у употребу технологије; лична иновативност; алтуризам; техничке карактеристике софтвера који треба користити и претходна техничка обученост учитеља. Став о употреби технологије такође зависи од искуства будућих учитеља у њиховом претходном школовању (Lei, 2009). Уколико учитељи већ имају искуства са истом или сличном технологијом, они ће је лакше имплементирати у свој наставни процес и правилно користити уколико су усвојили обрасце њене примене у свом школовању. Сходно томе, потребно је да студенти у оквиру методичких предмета које похађају изучавају специфичне начине употребе технологије и техничке вештине.

Посматрајући ефекте примене модела описаних софтвера, очекује се да ће након употребе софтвера будући и актуелни наставници:

- Стећи искуство у примени образовних софтвера;
- Бити мотивисани да и у будућем раду користе едукативне софтвере;
- Бити подстакнути да о изучаваном садржају размишљају из угла ученика;
- Сагледају факторе који могу утицати на успешност у овладавању градива употребом различитих приступа.

#### **4.2. Модел примене симулација са вишим степеном интерактивности у комбинацији са компјутерски подржаним елаборираним повратним информацијама**

Овај софтвер се разликује у односу на претходно описану по коришћеној симулацији која је интегрисана у садржину лекције (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). За разлику од првог софтвера, симулација у овом типу софтвера захтева већи ниво интерактивности од стране ученика. Начин провере знања и давање повратних информација идентичан је као у претходно описаном софтверу. Дакле, у овом моделу интегрисана је симулација која од ученика захтева самостално креирање електричних кола и манипулисање њиховим елементима. Имплементирана симулација креирана је од стране Колорадо Универзитета (PhET Interactive Simulations, University of Colorado Boulder, <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/circuit-construction-kit-dc>) – Circuit Construction Kit (DC only) (Слика 4.2-1).



Слика 4.2-1 Приказ PhET симулације

Симулације се базирају на конструктивистичкој теорији учења која подразумева активно учешће ученика у конструкцији свог знања. Ефикасност PhET симулација испитивана је од стране бројних аутора при чему су утврђени позитивни ефекти на концептуално разумевање ученика, али и позитивно вредновање ове симулације од стране наставника (Wieman et al., 2008, Faour & Ayoubi, 2018, Kriek & Stols, 2010, према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019).

Због свега наведеног, очекује се да примена PhET симулација у комбинацији са тестом знања и повратним информацијама може имати позитивног ефекта на разумевање градива. Због тога што описани модел садржи симулацију која од ученика захтева виши степен ангажовања, а самим тим је и могуће повећано когнитивно оптерећење, потребно је, према препорукама других аутора (Van Merriënboer & Sweller, 2005 према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019) пре него што се ученици упусте у рад са симулацијом дати почетна упутства о томе како се симулација користи, како се састављају елементи и објаснити њихов међусобни однос. То би подразумевало креирање електричних кола корак по корак уз објашњења наставника при чему би ученици били фокусирани на конкретан задатак који треба да ураде. Сходно томе, треба узети у обзир да примена овог модела изискује веће ангажовање наставника.

Очекивани ефекти примене овог модела слични су као код претходно описаног модела (поглавље 4.1.). Због тога што приликом употребе овог модела ученици самостално креирају електрична кола, очекује се да ће се овај модел показати као ефикаснијим за разумевање концепта електричних кола у односу на претходно описани модел.

#### 4.3. Модел примене симулација са вишим степеном интерактивности у комбинацији са елаборираним повратним информацијама од стране наставника

Трећи модел примене едукативног софтвера подразумева употребу потпуно исте симулације као у другом описаном моделу (Ђорић, Lambić & Јовановић, 2019). Разлика у овом моделу у односу на претходне моделе, јесте у начину презентовања повратних информација при чему ученици добијају повратне информације од стране наставника. Овакав приступ има предности и недостатке у односу на употребу рачунарски подржаних повратних информација. Предност оваквог приступа је у томе што директна комуникација између наставника и ученика може бити бољег квалитета због тога што наставник прецизније може одредити нејасноће у разумевању ученика и дати му додатна објашњења. Поједина истраживања указују на то да ученици преферирају директну комуникацију (Mulliner & Tucker, 2015). Међутим, оно што се може појавити као ометајући фактор јесте када постоји већи број ученика којима наставник треба да посвети пажњу и пружи повратне информације. У том случају може доћи до смањења квалитета повратних информација. Такође, други фактори који могу утицати на то јесу уздржавање ученика да постављају питања, оптерећење наставника, његове вештине у давању повратних информација и сл. (Lee, 2008).

Овај модел примене софтвера такође подразумева текстуални садржај лекције са сликама. Након прочитаних инструкција, ученици добијају упутства од наставника како се користи симулација, а потом задатке које је потребно решити и добијена решења проверити употребом симулације. На крају, наставник даје повратне информације о сваком задатку дајући објашњења за решења. Повратне информације од стране наставника су истог облика као у претходним моделима који укључују електронске повратне информације.

Наставник има важну улогу у настави природних наука и учењу у електронском окружењу. Аутори одвајају две димензије наставе (Fang & Hsu, 2017 према Ђорић, Lambić & Јовановић, 2019): вођење и когнитивне димензије. Вођење подразумева давање упутстава и организовање рада ученика при чему садржај лекције треба презентовати корак по корак са детаљним објашњењима. Когнитивна димензија укључује четири подкатеорије: концептуалну, епистемичку, социјалну и технолошку. Сходно томе, наставник има следеће задатке у контексту усвајања научних појмова: давање информација о садржају научних концепата подстичући ученике да елаборирају и резимирају садржај; евалуирање разумевања ученика; повезивање садржаја са претходним знањем ученика и свакодневним животом. Епистемичка димензија подразумева подстицање ученика да постављају хипотезе и дају објашњења. Социјална димензија подразумева дискусију и размену идеја, док технолошка димензија подразумева давање подршке за употребу софтвера.

Овај модел примене едукативног софтвера подразумева примену наведених принципа. Први корак у примени у овог модела је презентација симулације уз објашњење садржаја и компонената симулације. Примена овог модела изискује највеће ангажовање наставника у односу на претходно описане моделе јер поред инструкција које наставник мора дати како би олакшао употребу софтвера, неопходно је давати и усмене повратне информације и пратити постигнуће ученика.

Очекивани ефекти примене овог модела слични су као код претходно описаних модела (поглавља 4.1. и 4.2.). Ипак, због тога што примена овог модела захтева директну комуникацију између наставника и ученика, може се очекивати да ће квалитет повратних информација од стране наставника бити бољи. Дајући повратну информацију ученицима, наставник истовремено може утврдити где и даље настају проблеми са

разумевањем и дати додатна објашњења. Међутим, приликом рада са већим бројем ученика, велика је вероватноћа да поједини ученици неће бити активни у постављању питања или наставник неће бити у могућности да свим ученицима да подједнако квалитетан одговор, чиме се могу умањити позитивни ефекти примене овог модела.

#### **4.4. Модел примене Web 2.0 алата за стручно усавршавање наставника и образовање будућих наставника/учитеља**

У литератури се посебно истиче значај интеграције Web 2.0 алата у образовању будућих наставника/учитеља са нагласком на подизању свести студената о важности употребе ових технологија у образовању и пружању подршке студентима да развију вештине за употребу ових технологија у настави (Efe, 2015). На овај начин се студенти оснажују да у пракси планирају активности базирани на комуникацији између наставника и ученика, али и ученика међусобно. Поред тога, употреба ових алата може оснажити рефлексију наставника и размену искустава са колегама. Међутим, такође се указује и на ограниченост модела и стратегије за успешну примену Web 2.0 алата у настави (Sakir, Yukselturk & Top, 2015). У литератури се помињу бројни модели примене ових алата у високом образовању, али ће у овом поглављу бити анализирана само њихова примена у образовању наставника. Поједини модели се фокусирају на развој вештина за употребу конкретних алата (нпр. блогова), док су неки општије намене и покривају изучавање разноврсних алата.

##### **4.4.1. Модел употребе блога – конструктивистички приступ**

Блог представља сајт који омогућава постављање садржаја (постова) структурираних хронолошким редоследом у облику дневника (Kuzmanović i Papić, 2017). Блогови омогућавају читање текстова других, примање коментара и прегледање туђих задатака, као и коментара који се односе на тај задатак. Због тога, блогови су један од алата чија је примарна функција активирање рефлексивног размишљања које је нарочито важно у наставној пракси. Рефлексија се дефинише као ментални процес (ре)структурирања искустава, знања или погледа (Wopereis, Sloep, & Poortman, 2010) који има за циљ да наставник/учитељ утврди критичне тачке у свом раду или учењу, утврди предности и недостатке својих поступака и у складу са тим критички размишља о будућем раду.

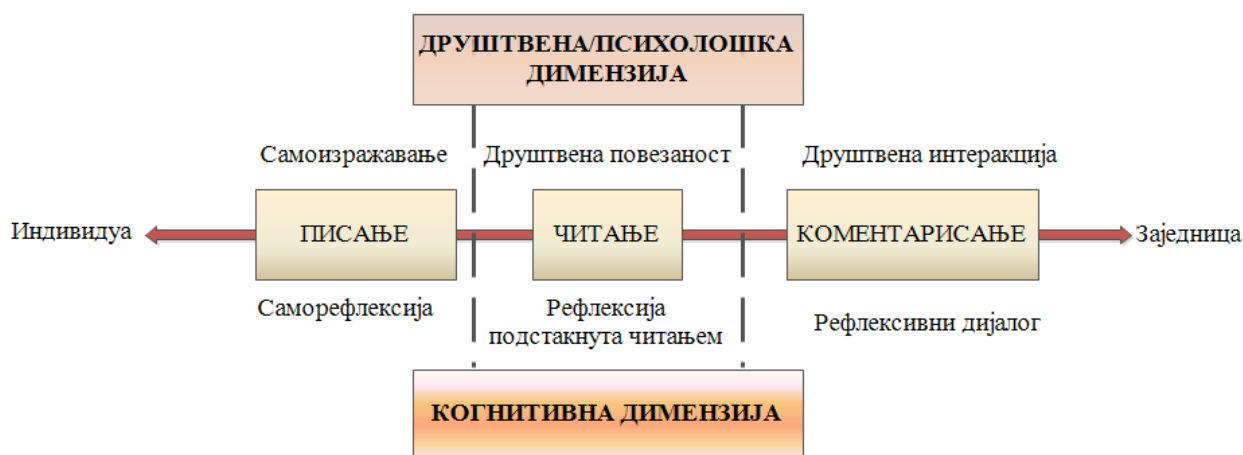
Поједини аутори примену блогова фокусирају на конструктивистичкој теорији (Jonassen, Davidson, Collins, Campbell, & Haag, 1995 према Deng & Yuen, 2011) која се темељи на индивидуалној и социјалној димензији. Индивидуална димензија обухвата самоизражавање и саморефлексију, док са друге стране димензија заједнице подразумева интеракцију и рефлексивни дијалог. Рефлексивни дијалог и саморефлексија припадају когнитивној димензији, док саморефлексија и интеракција припадају друштвеној/психолошкој димензији.

Како би се обезбедила што спонтанија комуникација између студената и како би се одвијала на неформалном нивоу, аутори овог модела примене блогова (Deng & Yuen, 2011) у образовању учитеља су студентима дали минимална упутства о садржају и стиливима блогова које студенти треба да креирају. Пре почетка развоја блогова, студентима је указано на значај употребе блогова и учешћа у блог заједници.

У развоју студентских блогова главну улогу је имао координатор са којим су студенти делили своје блогове. Од студената је захтевано да на седмичном нивоу (трајало је укупно 10 недеља) пишу блогове са критичким освртом, читају и коментаришу блогове других и размењују идеје. На овај начин је креирана блог заједница студента која је

садржала линкове ка блогovima свих студената, простор за дискусију и линкове ка другим корисним сајтовима. Садржину простора у коме је заједница функционисала чинила су и обавештења и сугестије инструктора о томе како заштити приватност блога, управљати неадекватним коментарима, оснажити рефлексiju и сл.

Као резултат примене овог модела, аутори поред писања (на индивидуалном нивоу) и коментарисања (у заједници), издвајају још једну важну димензију употребе блога – читање, као важну активност за успешну комуникацију, тј. коментарисање, критички осврт и рефлексiju (Слика 4.4-1).



Слика 4.4-1 Модел примене блога (преузето из Deng & Yuen, 2011)

На основу описаног модела, могу се дефинисати очекивани ефекти његове примене у образовању студената – будућих наставника/учитеља. Очекује се да будући наставници/учитељи:

- Технички правилно користе блог као алат;
- Повезују знања из области педагогије и технологије;
- Напредују у развијању вештина саморефлексије и схватају њен значај;
- Успешно комуницирају и размењују искуства.

Аутори модела (Deng & Yuen, 2011) као резултат примене овог модела налазе да је најизраженија функција блога била размена емоционалних искустава и друштвена подршка, као и саморефлексија, а у мањој мери рефлексивни дијалог.

#### 4.4.2. Модел примене блога – студија случаја и заједница блогова

Слично као претходно описан модел, и овај модел се заснива на креирању блог заједница будућих наставника/учитеља (Wopereis, Sloer, & Poortman, 2010).

Студенти су најпре упознати са начином рефлексивног писања и коментарисања приликом употребе блогова. Како би се припремили за креирање блога, спроведена је обука са освртом на вештине рефлексивног писања, давање повратних информација и употребу алата за креирање блогова. Сходно томе, студенти су имали три задатка: први задатак чинио је студију случаја приликом чега су студенти посматрали видео снимак одржаног часа, а потом анализирали блог наставника уз помоћ водећих питања; други задатак подразумевао је поновно прегледање снимка и допуњавање есеја са рефлексивним садржајем након чега су студенти изучавали упутство којим је објашњена употреба система за креирање блогова; трећи задатак од студената је захтевао рефлексивно освртање на своја искуства, односно писање блога.



Након тога, креирана је мрежа међусобно повезаних блогова са линковима. Систем је омогућавао приказ обавештења о последњим постављеним есејима путем RSS алата, као и линкова ка другим блоговима. Такође, студенти су били у прилици да категоришу своје есеје према унапред дефинисаним кључним речима које се односе на одређене улоге наставника (професионалац, дизајнер, колега итд.) или компетенције (интерперсоналне, педагошке, садржајне, методичке, организационе итд.).

Студенти су своје блогове могли да заштите лозинкама тако да могу ограничити приступ другим особама, као и да визуелно прилагоде окружење. Студенти су подстицани да коментаришу и дају повратне информације при чему је инструктор пратио развој рефлексивног дијалога, тј. размену искустава и квалитет коментара.

Очекивани ефекти примене овог модела поклапају се са ефектима наведеним у претходном моделу (поглавље 4.4.1.) при чему се могу додати и следећи исходи:

- Будући наставници/учитељи категоришу своје есеје према категоријама компетенција и улогама наставника што одражава успешно повезивање својих искустава са спољним критеријумима;
- Будући наставници/учитељи успешно анализирају наставне ситуације других наставника са критичким освртом.

#### 4.4.3. Модел примене портфолија - ТРАСК теоријски оквир

Електронски портфолио као алат за учење омогућава документовање и праћење напредовања и процеса учења. При креирању портфолија будући и активни наставници врше селекцију својих радова, критички анализирају и повезују. На основу евалуације, студенти или наставници треба да буду свесни тога које њихове одабране активности/пројекти најбоље одражавају њихов професионални развој. Постоје многобројни алати за креирање портфолија, али се и блогови могу користити у сличне сврхе.

Како би утврдили ефикасност употребе портфолија као алата погодног за саморефлексију аутори овог модела се ослањају на ТРАСК теоријски оквир (детаљније описан у поглављу 2.4.) којим испитују способност дипломираних наставника да кроз рефлексију демонстрирају стечена технолошко-педагошка знања (Ching, Yang, Baek, & Baldwin, 2016).

Главни захтев био је да дипломци у портфолију дискутују о својим знањима и вештинама повезујући их са прописаним стандардима компетенција у области комуникационих образовних технологија. Студентима је препоручено да изаберу један или више пројеката који су у вези са неком од подкатегорија стандарда компетенција и онда рефлексивно дискутују о томе на који начин су повезивали теорију и праксу како би развили изабран пројекат кроз курс који су похађали. Како би усмерили рефлексију, користећи ТРАСК теоријски оквир, инструктори су указивали на значај рефлексије, усмеравали рефлексију постављајући питања и давали позитивне и негативне примере. Питања која су постављана студентима заснивала су се на опису креираних пројеката, дефинисању технологије и педагошких принципа, као и предности примењених приступа, при чему се захтевао осврт на прописане стандарде. Како би се дипломци фокусирали само на садржину портфолија, добили су готове структуриране шаблоне.

Примери питања која су инструктори постављали у циљу постизања рефлексије категорисана су на следећи начин:

Опис пројекта:

1. Који је контекст учења кроз пројекат?
2. Ко је циљна група?
3. Шта су циљеви учења?

Технологија:

1. Која технологија и на који начин је коришћена за креирање пројекта?
2. Које су предности употребе коришћене технологије које побољшавају процес твог учења или учења ученика?

Педагогија:

1. Које су теорије, стратегије, методе коришћене за дизајнирање или креирање пројекта?
2. Које су предности примењених теорија, метода и стратегија које оснажују твоје или учење ученика?

Оправданост компетенција:

1. Укратко објасни на који начин изабрани пројекат одговара на захтеве постављених стандарда.

*(Опционо уколико је дипломац запослен)* Како је искуство креирања тог пројекта утицало на твоје тренутне вештине употребе технологије и теорија у наставној пракси?

На основу описаног модела, могу се дефинисати очекивани ефекти његове примене у образовању наставника/учитеља. Очекује се да дипломирани наставници/учитељи:

- Технички правилно користе портфолио као алат за рефлексију;
- Правилно селекују репрезентативне пројекте који су одраз њихових компетенција;
- Повезују знања из области педагогије и технологије, као и стандарде компетенција;
- Напредују у развоју вештина саморефлексије и схватају њен значај;
- Успешно комуницирају и размењују искуства.

Аутори овог модела налазе (Ching, Yang, Baek, & Baldwin, 2016) да су на овај начин дипломци били спремни да прикажу своје технолошко-педагошке вештине и оправдају прописане стандарде. Такође, учесници су позитивно вредновали употребу портфолија. На овај начин, портфолио постаје средство за процену компетенција студената, али и рефлексију повезаних вештина обухваћених ТРАСК моделом.

#### 4.4.4. Модел примене портфолија – оснаживање професионалног развоја у првој години студија

Овај модел примене портфолија сличне је структуре као модели примене блогова. Основни циљ примене овог модела је упознавање студената, будућих наставника/учитеља, на првој години студија са процесом професионалног развоја и рефлексијом (Oakley, Pegrum & Johnston, 2014). Студенти су најпре кроз радионице упознати са циљевима и сврхом креирања портфолија, уређивањем портфолија, начином постављања рефлексивних есеја и линкова ка мултимедијалним пројектима. Студенти су се пријављивали на своје wiki странице у оквиру којих су уређивали садржаје. Основни садржаји портфолија били су:

1. Биографски подаци, циљеви учења и професионални циљеви, као и искази о филозофији наставе;
2. Рефлексивни есеји који су били засновани на следећих пет елемената: извештавању, одговарању, повезивању, резоновању и реконструисању. Приликом писања есеја студенти су били праћени и усмеравани. На претходно

спроведеним радионицама студентима су дати примери како да врше деконструкцију и дају критички осврт. Од студената је такође тражено да пишу есеје и рефлектују своје компетенције (које су стекли током школске године) у односу на два одабрана стандарда компетенција;

### 3. Одговор на повратне информације инструктора.

Садржину портфолија чинили су и студентски радови, мапе ума, фотографије и видео материјали, као и пројекти који могу бити корисни у наставку школовања.

На основу описаног модела, могу се дефинисати очекивани ефекти његове примене у образовању студената – будућих наставника/учитеља. Очекује се да будући наставници/учитељи:

- Правилно користе портфолио као алат за рефлексију и професионални развој;
- Правилно селекују радове који могу бити значајни у будућем усавршавању;
- Повезују знања из области педагогије и технологије, као и стандарде компетенција;
- Напредују у развоју вештина саморефлексије и схватају њен значај;
- Успешно комуницирају и размењују искуства.

Аутори овог модела (Oakley, Pegrum & Johnston, 2014) указују на то да студенти на првој години наставничких студија нису могли да постигну највиши ниво рефлексије.

#### 4.4.5. Модел примене портфолија – ePEARL као алат за подстицање саморегулисаног учења

За потребе примене овог модела, креиран је ePEARL софтвер за креирање портфолија дизајниран тако да подржава фазе саморегулисаног учења које укључују и метакогнитивне и мотивационе компоненте учења (Meyer et al., 2010). Задаци који прожимају ове две компоненте учења у првој фази су: постављање циљева, вредновање циљева и планирање стратегија; друга фаза – фаза изведбе која подразумева самоконтролу и самопосматрање, покривена је задацима као што су рад на пројекту и праћење дневника учења; трећа фаза која подразумева саморефлексију, самоевалуацију и каузалну атрибуцију прожета је кроз задатке критичког освртања, процес рефлексије и подстицање свести о постављању нових циљева на основу евалуације.

Посебне могућности софтвера су: прилагођавање окружења, постављање исхода, креирање нових пројекта, постављање старих израђених у другим софтверима, уређивање радова са чувањем вишеструких верзија, као и постављање коментара инструктора и других студената.

У посебној фасцикли студенти су могли да деле своје радове и дају критички осврт о томе чиме су код њих подстакнути метакогнитивни процеси кроз постављање нових циљева учења или модификацију понашања на основу рефлексија и евалуације својих радова.

Очекивани ефекти примене овог модела у образовању студената – будућих наставника/учитеља поклапају се са претходно описним моделом (поглавље 4.4.4.), али се као посебно очекивани ефекат може издвојити:

- Будући наставници/учитељи кроз употребу окружења за креирање портфолија активно користе метакогнитивне стратегије, саморегулишу своје понашање и учење и као резултат постављају нове или модификоване циљеве рада/учења.

Аутори овог модела (Meyer et al., 2010) указују на то да су будући учитељи побољшали вештине писања и метакогнитивне вештине након примене овог модела.

#### 4.4.6. Модел примене програма за развој вештина примене Web 2.0 алата за активне наставнике/учитеље

Овај модел представља програмске активности за развој вештина употребе Web 2.0 алата у ширем контексту у односу на остале приказане моделе (Jimojiannis, Tsiotakis, Roussinos, & Siorenta, 2013). Модел је базиран на ТРАСК теоријском оквиру, а описани програм усавршавања намењен је активним наставницима/учитељима.

Програм је трајао пет недеља, а активности су биле распоређене на следећи начин:

1. седмица: У првој седмици учесници су похађали радионицу где су били упознати са Web 2.0 пројектом и алатима (блогови, wiki, електронски портфолио...); потом су учесници улоговани на платформу и укључени у дискусију о Web 2.0 алатима; учесници су упознати са педагошким захтевима употребе ових алата након чега су приступили онлајн сесији где им је додељен задатак да анализирају постављене садржаје, а потом дискутују употребу ових алата са педагошког аспекта;
2. седмица: У другој седмици учесници су детаљније упознати са блогovima и wiki алатом, принципима дизајна и педагошким проблемима након чега су имали за задатак да креирају блогове;
3. седмица: У овој седмици учесници су детаљније упознати са дељењем путем медија и електронским портфолијима и дизајнирањем активности учења кроз указивање на организационе и педагошке проблеме; након тога учесници су добили задатак да раде у wiki алату, дискутују и размењују идеје;
4. седмица: Ова седмица укључивала је само онлајн сесије где су учесници имали задатак да дизајнирају Web 2.0 активност учења и дискутују на платформи;
5. седмица: Овом седмицом су предвиђене завршне активности приликом чега су полазници презентовали дизајниране активности, дискутовали и размењивали идеје.

На основу описаног модела, могу се дефинисати очекивани ефекти његове примене у образовању наставника/учитеља. Очекује се да будући наставници/учитељи:

- Технички правилно користе Web 2.0 алате;
- Повезују педагошке захтеве, теорије и стратегије примене са технолошким захтевима примене Web 2.0 алата;
- Дизајнирају ефикасне лекције подржане овим алатима;
- На високом нивоу размењују идеје и планиране активности;
- Позитивно вреднују овакав модел учења.

Спроведен програм подстакао је код наставника позитивно вредновање и примену Web 2.0 алата у настави (Jimojiannis, Tsiotakis, Roussinos, & Siorenta, 2013).

#### 4.4.7. Модел програма за развој вештина примене Web 2.0 алата заснован на развоју случаја и ТРАСК теоријским оквиром

Овај модел развоја вештина будућих наставника организован је кроз четири фазе развоја случаја заснованих на ТРАСК теоријском оквиру (Mouza & Karchmer-Klein, 2013). Циљ програма је унапређивање наставних стратегија и интегрисање технологије у наставу проналажењем веза и односа између технологије, садржаја и педагогије. Учесници су најпре похађали курс у оквиру ког су реализовали следеће активности: давање критичког осврта на лекције подржане технологијом пронађене на порталима; креирање електронских мапа ума за конципирање идеја за примену мапа ума у настави; креирање лекција које од ученика захтевају истраживање и смислено учење; креирање лекција која

укључује и употребу Web 2.0 алата; и писање извештаја о имплементацији лекције подржане технологијом. Приликом планирања лекције, учесници су вођени ТРАСК теоријским оквиром, а који се односи на одлуку о циљевима учења, педагошке захтеве имплементације технологије, дефинисање специфичних активности и одабир стратегија оцењивања.

Прва фаза подразумевала је упознавање учесника са доступном опремом, тј. хардвером и софтвером. Друга фаза обухватала је одабир технолошки подржане лекције креиране током похађања курса и дискусију о плану имплементације технологије са другим наставницима. Трећа фаза подразумевала је употребу дизајнираних технолошки подржаних лекција са малом групом ученика или целим одељењем. У четвртој фази учесници су писали извештај са освртом на припрему и реализацију лекције. У току ове фазе учесници су добијали смернице.

Очекивани ефекти примене овог модела у образовању будућих наставника/учитеља могу се поистоветити са очекиваним исходима наведеним у опису претходног модела (поглавље 4.4.6.).

Резултати примене овог модела указали су на то да је његова примена користан контекст у коме студенти, будући учитељи/наставници, интегришу своја знања и креирају лекције подржане технологијом (Mouza & Karchmer-Klein, 2013).

#### **4.5. Методологија истраживања: Евалуација ефеката примене различитих врста апликативних софтвера**

У овом поглављу приказано је спроведено истраживање засновано на претходно описаним моделима примене симулација (виртуелних лабораторија).

Премет истраживања је испитивање ефеката примене различитих типова софтвера на разумевање научних концепата код ученика и процену употребе (мета)когнитивних стратегија.

Циљ истраживања је утврдити ефикасност примене софтвера различитих нивоа интерактивности на разумевање концепата у области физике ученика основне школе и процену употребе (мета)когнитивних стратегија приликом коришћења различитих типова софтвера, као и утврдити повезаност категорија (мета)когнитивних стратегија са процењеним ставовима према повратним информацијама које су ученици добијали.

У овом истраживању идентификоване су следеће варијабле (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019):

Независне варијабле: група ученика у зависности од типа софтвера који су ученици користили; иницијалне процене употребе когнитивних (понаваљање, елаборација, орагнизационе стратегије, критичко размишљање) и метакогнитивних стратегија;

Коваријат: резултати на иницијалном тесту из физике;

Зависне варијабле: резултати на финалном тесту концептуалног разумевања, процене употребе когнитивних и метакогнитивних стратегија приликом употребе различитих типова софтвера; процена ставова према повратним информацијама након интервенције.

##### **4.5.1. Хипотезе истраживања о ефектима примене различитих врста апликативних софтвера**

На основу прегледа литературе и теоријских поставки приказаних у претходним поглављима постављене су следеће хипотезе.

H1: Постоје разлике у постигнућу ученика који су користили софтвере различитих нивоа интерактивности (софтвер из подпоглавља 4.1. и софтвер из подпоглавља 4.2.) (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019);

Интерактивни материјал за учење који ученици користе помаже усвајању већег броја информација у односу на информације које само чују или виде. Досадашње студије показале су да симулације које захтевају састављање електричних кола од стране ученика имају позитиван утицај на концептуално разумевање ученика (Faour & Ayoubi, 2018). Симулације са већ креираним електричним колима смањују ниво интерактивности и ангажовања приликом учења. Са друге стране, употреба симулације са већ креираним електричним колом је једноставнија за употребу.

Због тога се очекује да постоје разлике у постигнућу ученика који су користили софтвере различитих нивоа интерактивности.

X2: Постоје разлике у постигнућу ученика који су користили софтвер у комбинацији са рачунарски подржаним повратним информацијама у односу на ученике који су користили софтвер у комбинацији са повратним информацијама од стране наставника (софтвер из подпоглавља 4.2. и софтвер из подпоглавља 4.3.) (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019);

Повратне информације као важан елемент у процесу учења усмеравају учење ученика, мењају њихове стратегије учења и унапређују учење. Због својих карактеристика, традиционалне повратне информације које ученици добијају од стране наставника могу имати различит утицај у односу на рачунарски подржане повратне информације (Mulliner & Tucker, 2015). Приликом директне комуникације између наставника и ученика може доћи до одређених ометајућих фактора који могу утицати на квалитет те комуникације као што су уздржаност ученика да постављају питања, немогућност наставника да обезбеди правовремену повратну информацију свим ученицима и сл. Због тога се очекује да постоје разлике у постигнућу ученика који су користили традиционалне и рачунарски подржане повратне информације.

X3: Постоје разлике у процени употребе когнитивних и метакогнитивних стратегија које су ученици користили приликом употребе софтвера различите интерактивности (софтвер из потпоглавља 4.1. и софтвер из потпоглавља 4.2.);

Када је софтвер који ученици користе интерактивнији и захтева веће ангажовање самих ученика, тада се очекује да је повећана и мисаона активност код ученика што подразумева чешћу употребу когнитивних и метакогнитивних стратегија (Delen, Liew & Wilson, 2014). Због тога се очекују разлике у проценама употребе (мета)когнитивних стратегија приликом употребе софтвера различитих нивоа интерактивности.

X4: Постоје разлике у процени употребе когнитивних и метакогнитивних стратегија које су ученици користили приликом употребе софтвера између групе ученика који су користили повратне информације подржане рачунаром и групе ученика који су повратне информације добијали од стране наставника, на традиционалан начин (софтвер из подпоглавља 4.2. и софтвер из подпоглавља 4.3.);

Проверавање знања ученика у комбинацији са повратним информацијама има позитивне ефекте на учење и постигнуће ученика и повезано је са вештинама саморегулисаног учења када су део инструкције (Meusen-Beekman, Joosten-ten Brinke & Boshuizen, 2016). Ефекти повратних информација се могу посматрати са различитих аспеката. Док неки аутори нагласак стављају на продубљивање знања, други се фокусирају на развој метакогнитивних вештина и процес учења (Price, Handley, Millar & O'Donovan, 2010, према Mulliner & Tucker, 2015). Повратне информације омогућавају ученицима унапредити своје знање (Hattie & Timperley, 2007) стварајући рефлексивност на повратне информације добијене од наставника и креирање нових стратегија учења (Baas, Castelijns, Vermeulen, Martens & Segers, 2015 према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Због тога што постоје разлике у карактеристикама рачунарски подржаних и традиционалних повратних

информација, очекује се да постоје и разлике у процени (мета)когнитивних стратегија код ученика који су користили рачунарски подржане повратне информације и ученика који су користили повратне информације од стране наставника.

X5: Постоји повезаност између категорија процене употребе (мета)когнитивних стратегија и процењене корисности добијених повратних информација.

Због тога што повратне информације (Reingold, Rimor, & Kalay, 2008), као и позитивно вредновање (Sungur, 2007) подстичу употребу (мета)когнитивних стратегија, очекује се да ће вредновање повратних информација које су ученици добијали позитивно корелирати са проценом употребе наведених стратегија приликом употребе софтвера.

#### 4.5.2. Инструменти за испитивање ефеката примене различитих врста апликативних софтвера

За потребе истраживања креирани су иницијални и финални тестови концептуалног разумевања Омовог закона и везивања отпорника (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Пилот тестирање спроведено је са 30 ученика након чега су креирани парови задатака за иницијално и финално тестирање, а поједини задаци кориговани. Кронбахов коефицијент за иницијални тест био је 0,69, а за финални тест 0,71 (Прилози 4.5.2-1 и 4.5.2-2). Обе верзије теста су садржале по осам задатака, а укупан број поена које су ученици могли да добију био је 70. Тест је чинило шест задатака вишеструког избора и два задатка отвореног облика који су имали за циљ да провере разумевање Омовог закона и начина везивања отпорника. Прва два задатка проверавају разумевање односа напона, струје и отпора. Трећи, четврти, пети и шести задатак захтевају разумевање правила редног и паралелног везивања отпорника. Седми и осми задатак захтевају од ученика да препознају тип везе отпорника и израчунају вредности струје, отпора и укупног отпора. Четврти, пети, шести, седми и осми задатак креирани су на основу задатака које су користили у тестовима концептуалног разумевања други аутори: (Bayrak, Kanlı, & Ingeç 2007, Duit & von Rhöneck, 1997, Kollöffel & de Jong 2013, Peşman & Eryılmaz, 2010, све према према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019).

Релативно низак коефицијент поузданости може бити узрокован малим бројем задатака у тесту (Cronbach, 1951), различитим формама и тежином задатака, али и ниским нивоом почетног знања ученика (Maier, Wolf, & Randler 2016). Ипак, постоје мишљења да ниске вредности Кронбаховог коефицијента нису ретке када су у питању тестови у области природних наука, али да су оне прихватљиве ако одступања нису превише велика од граничне вредности (Jaakkola, Nurmi, & Veermans 2011).

Скала за процену метакогнитивних стратегија базирана је на основу једног дела скале за процену мотивационих стратегија (The Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)) (Duncan & McKeachie, 2005). Овај упитник садржи 24 исказа који се односе на постављене циљеве учења, праћење процеса учења и регулацију стратегија учења. Коришћена је седмостепена Ликертова скала.

Скала је подељена на две основне категорије: когнитивне и метакогнитивне стратегије, док скалу за процену когнитивних стратегија чине четири подске: понављање, елаборација, организационе стратегије и критичко размишљање. За иницијално тестирање употребљена је скала за општу процену употребе (мета)когнитивних стратегија, док је скала за финално тестирање фокусирана на процену (мета)когнитивних стратегија са освртом на искуство учења приликом употребе три различита типа софтвера (Прилози 4.5.2-3 и 4.5.2-4). Кронбахов коефицијент поузданости за иницијалну процену употребе метакогнитивних стратегија је 0,78, а за финалну процену 0,9.

Упитник за процену ставова према формативном оцењивању је базиран на основу упитника за процену рачунарски подржаног оцењивања (СВА - Computer Based Assessment questionnaire) (Miller, 2009). Овај упитник садржи 13 исказа који се односе на вредновање тестирања и повратних информација након тестирања, а са освртом на искуство учења кроз употребу софтвера (Прилог 4.5.2-5). За ученике треће групе овај упитник је прилагођен због тога што ова група ученика није имала омогућено тестирање подржано рачунаром (Прилог 4.5.2-6). Кронбахов коефицијент поузданости за овај упитник је 0,74.

4.5.3. Метода истраживања о ефектима примене различитих врста апликативних софтвера  
За потребе истраживања коришћена је експериментална метода. Узорак је подељен у три групе ученика у зависности од тога који тип софтвера су ученици користили током наставе. Ученици су најпре изједначени по групама према броју бодова на иницијалном тестирању из области Омовог закона и везивања отпорника ( $F(2,165)=2,053$ ,  $p=0,132$ ,  $p>0,05$ ) (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Након тога је спроведен експеримент код све три групе ученика користећи три софтвера различитих нивоа интерактивности. Како би се избегао утицај временског размака између иницијалног и финалног тестирања на резултате, финално тестирање концептуалног разумевања ученика спроведено је са све три групе ученика у приближно једнаким временским интервалима у односу на протекло време од спровођења експеримента. Тестирање ученика трајало је око 30 минута, а трајање интервениције код све три групе ученика трајало је око 90 минута.

Прва група ученика користила је верзију софтвера са већ креираним електричним колима у комбинацији са рачунарски подржаним елаборираним повратним информацијама и повратним информацијама о тачности одговора (детаљније описано у поглављу 4.1.).

Друга група ученика користила је верзију софтвера који захтева самостално састављање електричних кола у комбинацији са рачунарски подржаним елаборираним повратним информацијама и повратним информацијама о тачности одговора (детаљније описано у поглављу 4.2.).

Трећа група ученика користила је симулацију која захтева самостално састављање електричних кола у комбинацији са традиционалним повратним информацијама, од стране наставника (детаљније описано у поглављу 4.3.).

#### *Разлике и сличности у коришћеним приступима*

Разлика између приступа коришћених у групи 1 и групи 2 била је у нивоу интерактивности коришћених симулација (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Прва група ученика користила је симулације са већ креираним електричним колима (једноставно електрично коло, редна и паралелна веза) при чему су ученици могли само да мењају вредности напона и отпора и утврђују вредност електричне струје. За разлику од њих, ученици у другој групи су користили симулацију која захтева састављање електричних кола употребом понуђених елемената, а потом вршили мерења. Ученици у другој групи су састављали идентична струјна кола као што су коришћена код прве групе ученика (исте сложености). Обе групе ученика су користиле повратне информације подржане рачунаром. Правила решавања теста била су идентична у две групе. Након положеног теста, ученици су добијали повратне информације о томе на које је задатке дат тачан одговор, а на које не, као и објашњења за сваки задатак у облику давања упутства за решавање задатка. Уколико ученик не добије пролазни број бодова, добија повратне информације у виду објашњења, али без информација о тачним и нетачним одговорима.

Након неуспешног решавања теста, код обе групе ученика, софтвер је упућивао ученике на поновно читање теоријских основа, а потом приступање симулацији. Задаци који су коришћени су идентични код обе групе ученика.



Разлика између друге и треће групе ученика је у начину тестирања и давања повратних информација (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Ученици треће групе су добијали повратне информације од наставника, а решења задатака могли су да проверавају употребом симулација креирајући електрична кола, а потом мерењем. Повратне информације од стране наставника биле су веома сличне повратним информацијама у преостале две групе. Уколико ученик постави питање или тражи помоћ, наставник је давао објашњења за сваки задатак, али без сугерисања на тачан одговор. Тако се ученици подстачињу на размишљање, а смернице које добијају од наставника могу да унапреде учење.

Код све три групе ученика, наставник је давао почетне теоријске основе лекције и инструкције за употребу софтвера. Такође, ученицима је дата подршка приликом употребе софтвера и током часа.

#### 4.5.4. Узорак ученика и ток истраживања о ефектима примене различитих врста апликативних софтвера

*Узорак ученика за испитивање ефикасности три типа софтвера на концептуално разумевање ученика*

У истраживању је учествовало 168 ученика осмог разреда из три основне школе у Чачку од којих је било 81 дечака и 87 девојчица узраста око 14 година (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Ученици су насумично распоређени по групама. У првој групи ученика која је користила симулације са већ креираним електричним колима у комбинацији са електронским тестирањем било је укупно 59 ученика од којих је 29 дечака и 30 девојчица. Другу групу ученика која је користила симулацију која захтева састављање електричних кола у комбинацији са електронским тестирањем чинило је укупно 54 ученика од којих је 25 дечака и 29 девојчица. У трећој групи ученика који су користили симулацију која захтева састављање електричних кола у комбинацији са традиционалним повратним информацијама од стране наставника било је 55 ученика од којих је било 27 дечака и 28 девојчица.

Одабрани узорак од 168 ученика је довољан за анализу вредности величине утицаја изнад 0,33. За ову анализу коришћен је софтверски пакет GPower (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019).

У постојећој литератури не постоје индиције да се будући учитељи у току свог основног школовања по било ком основу разликују од својих вршњака када су у питању ефекти примене апликативних софтвера. Према томе је очекивано да се резултати добијени на случајном узорку могу генерализовати и на популацију будућих учитеља/наставника. Ипак, како би избегли било какве сумње, на основу упитника (Petković i dr., 2012) издвојен је део претходно описаног узорка који представља подгрупу ученика који су иразили жељу да се у будућности баве учитељском/наставничком професијом.

Подузорак је чинило укупно 46 ученика од којих је било 22 дечака и 24 девојчице. Из прве групе ученика издвојено је 14 ученика од којих је 7 дечака и 7 девојчица. Из друге групе ученика издвојено је 16 ученика, односно по 8 девојчица и дечака. Подузорак треће групе чинило је 16 ученика, 7 дечака и 9 девојчица.

*Узорак ученика за испитивање ефикасности три типа софтвера на процену употребе (мета)когнитивних стратегија*

За овај део истраживања коришћен је узорак од 88 ученика осмог разреда од којих је било 43 дечака и 45 девојчица узраста око 14 година. Ученици су такође насумично распоређени према групама. У првој групи ученика која је користила симулације са већ креираним електричним колима у комбинацији са електронским тестирањем било је

укупно 34 ученика од којих је 16 дечака и 18 девојчица. Другу групу ученика која је користила симулацију која захтева састављање електричних кола у комбинацији са електронским тестирањем чинило је укупно 32 ученика од којих је 17 дечака и 15 девојчица. У трећој групи ученика који су користили симулацију која захтева састављање електричних кола у комбинацији са традиционалним повратним информацијама од стране наставника било је 22 ученика од којих је било 10 дечака и 12 девојчица.

Приказана је упоредна табела структуре узорка за утврђивање два циља истраживања (Табела 4.5.4-1): ефекта примене три различита софтвера на постигнуће ученика и процену употребе (мета)когнитивних стратегија.

Табела 4.5.4-1 Структура узорка ученика за процену ефеката примене софтвера на постигнуће и (мета)когницију

Ефекти примене софтвера на постигнуће				Ефекти примене софтвера на процену употребе (мета)когнитивних стратегија			
Група	Дечаки	Девојчице	Укупно	Група	Дечаки	Девојчице	Укупно
Група 1	29	30	59	Група 1	16	18	34
Група 2	25	29	54	Група 2	17	15	32
Група 3	27	28	55	Група 3	10	12	22
Укупно	81	87	168	Укупно	43	45	88

Целокупно истраживање је спроведено у три основне школе у Чачку током другог полугодишта школске 2016/2017. године: ОШ „Др Драгиша Мишовић“, ОШ „Танаско Рајић“ и ОШ „Милица Павловић“.

Ток истраживања:

- Пилотирање тестова концептуалног разумевања садржаја у области Омовог закона, редног и паралелног везивања отпорника и упитника за процену употребе (мета)когнитивних стратегија. У пилотирању ученика учествовало је 30 ученика који су у каснијим фазама нису укључени у истраживање;
- Корекција задатка у пилотираној верзији;
- Спровођење иницијалног тестирања и иницијалне процене употребе (мета)когнитивних стратегија како би се добили подаци о једнакости група. Иницијално тестирање спроведено је у приближно једнако време за све ученике како би се смањио утицај других фактора на резултате тестирања (нпр. понављање градива из те области). Иницијално тестирање и попуњавање упитника трајало је један школски час;
- Након изједначавања група, спроведен је експеримент. Трајање експеримента у свакој групи било је 90 минута, односно два школска часа;
- Спровођење финалног тестирања и понављање попуњавања упитника за процену употребе (мета)когнитивних стратегија које су ученици користили приликом употребе софтвера, као и попуњавање упитника за процену ставова према повратним информацијама и тестирању. Финално тестирање и попуњавање упитника трајало је један школски час.

Комплетно истраживање спроведено је у периоду од марта до јуна 2017. године.

#### 4.5.5. Идентификација утицаја најефикаснијег софвера на концептуално разумевање ученика у области физике

Анализа коваријансе независних узорака (ANCOVA) је коришћена за утврђивање најефикаснијег софвера за учење Омовог закона и везивања отпорника. Резултати са иницијалног испитивања коришћени су као коваријат. У табели 4.5.5-1 приказани су резултати иницијалног и финалног тестирања за све три групе ученика (Ђорић, Lambić & Јовановић, 2019).

Најпре је проверена претпоставка о хомогености регресионог коефицијента. Интеракција између независне варијабле, односно сценарија учења који је примењен и коваријата била је  $F(2,158) = 1,2$ ,  $p = 0,304$  ( $p > 0,05$ ) чиме је потврђена претпоставка о хомогености регресионог коефицијента. У табели 4.5.5-1 приказане су средње вредности резултата постигнутих на иницијалном и финалном тестирању.

Табела 4.5.5-1 Средње вредности и стандардне грешке иницијалног и финалног тестирања (Ђорић, Lambić & Јовановић, 2019)

Група	Иницијално тестирање			Финално тестирање	
	<i>N</i>	Средња вредност	Стандардна грешка	Средња вредност	Стандардна грешка
Група 1	59	24,49	1,848	28,11	1,838
Група 2	54	24,17	2,042	40,50	1,940
Група 3	55	19,73	1,648	30,07	1,916

Након уклањања утицаја бодова са иницијалног теста, односно коваријата, на резултате финалног тестирања, спроведена ANCOVA анализа показала је значајне разлике између три групе ученика ( $F(2,160) = 12,176$ ,  $p < 0,05$ ). Резултати ANCOVA анализе приказани су у табели 4.5.5-2.

Утврђена је јака веза између резултата провере концептуалног разумевања Омог закона и концепта редног и паралелног везивања отпорника пре и после интервенције, са вредношћу парцијалног ета квадрата од 0,407. Утврђена величина утицаја је 0,39 (Кохен *f* test) што представља средњи ефекат према Кохену и веома је близу граници великог ефекта (Cohen, 1988).

Табела 4.5.5-2 Збирни подаци добијени спровођењем анализе ANCOVA (Ђорић, Lambić & Јовановић, 2019)

Извор варијација	Сума квадрата	Степен слободе	Средњи квадрат	<i>F</i>	<i>p</i>	Парцијални ета квадрат
Иницијални тест	21390,051	1	21390,051	109,708	0,000	0,407
Група	4748,112	2	2374,056	12,176	0,000	0,132
Грешка	31195,559	160	194,972			
Укупно	234100,000	164				

У табели 4.5.5-3 приказане су разлике између три групе ученика у постигнућу на финалном тестирању.

Табела 4.5.5-3 Резултати анализе поређења три групе ученика (Ђорић, Ламбић &amp; Јовановић, 2019)

(I) група	(J) група	Средња разлика (I-J)	Станд. грешка	P	95% интервал поверења	
					Доња разлика	Горња разлика
Група 1	Група 3	-1,960	2,666	0,463	-7,225	3,305
	Група 2	-12,392	2,667	0,000	-17,658	-7,125
Група 2	<b>Група 3</b>	<b>10,432*</b>	2,737	0,000	5,026	15,837
	<b>Група 1</b>	<b>12,392*</b>	2,667	0,000	7,125	17,658
Група 3	Група 1	1,960	2,666	0,463	-3,305	7,225
	Група 2	-10,432	2,737	0,000	-15,837	-5,026

\* $p < 0.05$ 

Разлика између средњих вредности друге и треће групе ученика је била 10,432 ( $p < 0,05$ ), а између друге и прве групе ученика 12,392 ( $p < 0,05$ ). Између прве и треће групе ученика нису утврђене статистички значајне разлике. Разлика средњих вредности између ове две групе је била 1,960 ( $p > 0,05$ ).

Када се посматра само део узорка који представља подгрупу ученика који су изразили жељу да се у будућности баве учитељском/наставничком професијом, добијају се слични резултати.

На подзоруку такође су најпре проверене претпоставке које су неопходне за спровођење анализе. Интеракција између независне варијабле, односно модела учења који је примењен и резултата са иницијалног тестирања била је  $F(2,40) = 0,127$ ,  $p = 0,881$  ( $p > 0,05$ ) чиме је претпоставка о хомогености регресионог нагиба потврђена. У табели 4.5.5-4 приказане су средње вредности броја бодова ученика са иницијалног и финалног тестирања.

Табела 4.5.5-4 Средње вредности и стандардне грешке иницијалног и финалног тестирања на подзоруку

Група	Иницијално тестирање			Финално тестирање	
	N	Средња вредност	Стандардна грешка	Средња вредност	Стандардна грешка
Група 1	14	25,33	3,918	29,44	3,398
Група 2	16	29,06	4,524	42,94	3,213
Група 3	16	21,56	3,345	28,49	3,209

Након уклањања утицаја коваријата на резултате финалног тестирања, ANCOVA анализа показала је значајне разлике између три групе ученика ( $F(2,46) = 6,141$ ,  $p < 0.05$ ). Резултати ANCOVA анализе приказани су у табели 4.5.5-5.

Утврђена је јака веза између резултата провере концептуалног разумевања пре и после интервенције, са вредношћу парцијалног ета квадрата од 0,437. Утврђена величина утицаја је 0,6 (Кохенов  $f$  test) што представља велики ефекат према Кохену (Cohen, 1988).

Табела 4.5.5-5 Збирни подаци добијени спровођењем анализе ANCOVA на подузорку

Извор варијација	Сума квадрата	Степен слободe	Средњи квадрат	F	p	Парцијални ета квадрат
Иницијални тест	5259,888	1	5259,888	32,547	0,000	0,437
Група	1984,990	2	992,495	6,141	0,005	0,226
Грешка	6787,657	42	161,611			
Укупно	68125,000	46				

У Табели 4.5.5-6 приказане су разлике између три групе ученика у постигнућу на финалном тестирању.

Табела 4.5.5-6 Резултати анализе поређења три групе ученика одабраног подузорка

(I) група	(J) група	Средња разлика (I-J)	Станд. грешка	P	95% интервал поверења	
					Доња граница	Горња граница
Група 1	Група 3	0,949	4,671	0,840	-8,478	10,376
	Група 2	-13,504*	4,679	0,006	-22,946	-4,062
Група 2	Група 3	14,453*	4,587	0,003	5,195	23,710
	Група 1	13,504*	4,679	0,006	4,062	22,946
Група 3	Група 1	-0,949	4,671	0,840	-10,376	8,478
	Група 2	-14,453*	4,587	0,003	-23,710	-5,195

\* $p < 0.05$

Као и у претходно приказаним резултатима, постоје статистички значајне разлике у постигнућу ученика друге и треће групе (разлика у средњим вредностима: 14,453,  $p < 0,05$ ), и између ученика прве и друге групе ученика (разлика у средњим вредностима: 13,504,  $p < 0,05$ ). Између прве и треће групе ученика не постоје статистички значајне разлике (разлика у средњим вредностима: 0,949,  $p < 0,05$ ).

Претходно добијени резултати показују да се будући учитељи/наставници у току свог основног школовања не разликују значајно од својих вршњака по питању ефеката остварених применом различитих модела апликативних софтвера.

#### 4.5.6. Идентификација утицаја најефикаснијег софвера на процену употребу (мета)когнитивних стратегија приликом употребе софтвера

Мутиваријациона анализа варијансе (MANOVA) је коришћена за испитивање разлика у проценама (мета)когнитивних стратегија ученика који су користили различите типове софтвера. У табели 4.5.6-1 приказане су средње вредности процена ученика о употреби (мета)когнитивних стратегија код све три групе ученика приликом употребе различитих софтвера.

Табела 4.5.6-1 Средње вредности и стандардне грешке процена употребе (мета)когнитивних стратегија

Подскеале	I група		II група		III група	
	Средња вредност	Стандардна грешка	Средња вредност	Стандардна грешка	Средња вредност	Стандардна грешка
Понављање	3,49	0,260	3,77	0,268	3,67	0,323
Елаборација	3,83	0,242	4,43	0,250	4,00	0,301
Организационе стратегије	2,53	0,317	3,28	0,327	3,36	0,394
Критичко размишљање	3,73	0,282	4,05	0,291	3,89	0,351
Метакогнитивне стратегије	4,13	0,207	4,38	0,214	4,211	0,258

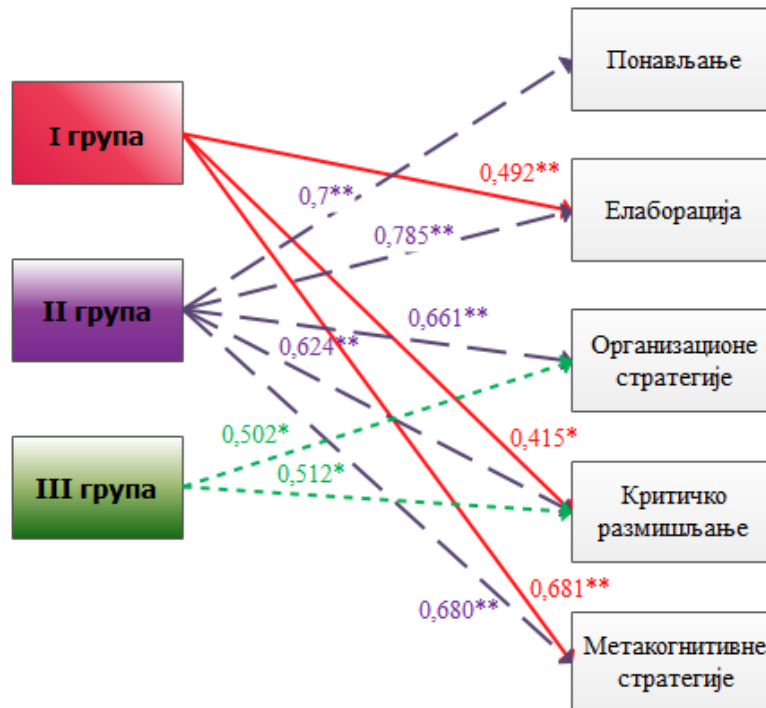
MANOVA анализом истражене су разлике у проценама употребе (мета)когнитивних стратегија код три групе ученика који су користили различите типове софтвера за учење физике. Прелиминарним испитивањем извршене су провере нормалности, линеарности, нетипичних тачака (униваријационих и мултиваријационих), хомогености матрица варијансе. Резултати прелиминарне анализе указују на то да није дошло до нарушавања претпоставки. MANOVA анализом утврђено је да не постоје статистички значајне разлике у процени употребе (мета)когнитивних стратегија на иницијалном анкетирању ( $F(10,162) = 0,616$ ,  $p = 0,79$ ; Вилксов ламбда = 0,93; парцијални ета квадрат = 0,04).

Иако се из табеле 4.5.6-1 може видети да ученици друге групе процењују да су користили скоро све поменуте стратегије више у односу на остале две групе ученика, примењена MANOVA анализа указује на то да не постоје статистички значајне разлике између ове три групе ученика у процени употребе (мета)когнитивних стратегија приликом употребе одређеног типа софтвера када се посматра комбинација пет променљивих,  $F(10,162) = 0,626$ ,  $p = 0,79$ ; Вилксов ламбда = 0,93; парцијални ета квадрат = 0,04.

#### 4.5.7. Идентификација повезаности категорија процене употребе (мета)когнитивних стратегија и ставова ученика према повратним информацијама

Како би се утврдило да ли постоји повезаност између категорија процене употребе (мета)когнитивних стратегија и процене корисности повратних информација које су ученици добијали, спроведена је корелациона анализа. Због података који су недостајали у све три групе ученика за ставке које се односе на процену корисности повратних информација, ова анализа је спроведена са узорком од 28 ученика у првој групи, 26 ученика у другој групи и 16 ученика у трећој групи, односно 70 ученика укупно.

На слици 4.5-1 су приказане позитивне корелације између категорија процене употребе (мета)когнитивних стратегија и процена корисности повратних информација које су ученици добијали за све три групе ученика.



Слика 4.5-1 Корелације између категорија процене употребе стратегија и процене корисности повратних информација

Веза између процењене употребе (мета)когнитивних стратегија и корисности добијених повратних информација истражена је помоћу коефицијента Пирсонове линеарне комбинације.

Као што се може видети на слици 4.5-1, процене корисности повратних информација прве групе ученика која је користила рачунарски подржане повратне информације у комбинацији са већ креираним електричним колима, позитивно умерено и јако корелирају са категоријама елаборације ( $r = 0,492^{**}$ ;  $p = 0,008$ ; 24,2% заједничке варијансе), критичког размишљања ( $r = 0,415^*$ ;  $p = 0,028$ ; 17,2% заједничке варијансе) и употребе метакогнитивних стратегија ( $r = 0,681^{**}$ ;  $p = 0,000$ ; 46,3% заједничке варијансе).

Процене корисности повратних информација друге групе ученика која је такође користила рачунарски подржане повратне информације, али у комбинацији са симулацијом која захтева креирање електричних кола, позитивно јако корелирају са свим категоријама процене употребе (мета)когнитивних стратегија: категоријом понављања ( $r = 0,700^{**}$ ;  $p = 0,000$ ; 49% заједничке варијансе), елаборације ( $r = 0,785^{**}$ ;  $p = 0,000$ ; 61,62% заједничке варијансе), употребе организационих стратегија ( $r = 0,661^{**}$ ;  $p = 0,000$ ; 43,7% заједничке варијансе), критичког размишљања ( $r = 0,624^{**}$ ;  $p = 0,001$ ; 38,9% заједничке варијансе), употребе метакогнитивних стратегија ( $r = 0,680^{**}$ ;  $p = 0,000$ ; 46,24% заједничке варијансе).

Процене корисности повратних информација треће групе ученика која је повратне информације добијала од стране наставника, али у комбинацији са симулацијом која захтева креирање електричних кола, позитивно јако корелирају само са две категорије: категоријом употребе организационих стратегија ( $r = 0,502^*$ ;  $p = 0,048$ ; 25,2% заједничке варијансе) и критичког размишљања ( $r = 0,512^*$ ;  $p = 0,043$ ; 26,2% заједничке варијансе).

#### 4.5.8. Дискусија – испитивање ефеката примене различитих типова софтвера на концептуално разумевање ученика

Резултати истраживања указују на то да је прва хипотеза (X1), која се односи на претпоставку да се ученици који су користили софтвере различитих нивоа интерактивности постигли различите резултате потврђена (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Група ученика која је користила симулације које захтевају састављање електричних кола у комбинацији са електронским повратним информацијама постигла је значајно боље резултате у односу на групу ученика која је користила симулације са креираним електричним колима. Добијени резултати су у складу са резултатима других истраживања који указују на позитивне резултате употребе симулација које се базирају на састављању електричних кола (Faour & Ayoubi, 2018, Wieman et al. 2008, Zacharia, 2007 према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Дакле, као што је и претпостављено, већи ниво интерактивности повећава ангажовање ученика и њихову мисаону активност што се одражава и на њихово постигнуће. Када ученици на неки начин користе информације, онда их пре усвајају него када их само виде или чују.

Други аутори такође указују на то да интерактивност поспешује процес учења и постигнуће на тестовима решавања проблема (Evans & Gibbons, 2007). Ипак, према теорији когнитивног оптерећења, због великог броја елемената и концепата који су међусобно повезани, когнитивно оптерећење може бити високо (Sweller, 2010). Како би се избегао овај проблем, према инструкцијама теорије когнитивног оптерећења, ученицима су најпре дата објашњења о сваком појединачном елементу електричног кола и односима између њих. Након тога је од ученика затражено да корак по корак, додавајући елемент по елемент креирају електрична кола при чему је сложеност проблема значајно умањена, односно одабир потребних елемената је конкретније дефинисан.

Овакав приступ, у складу је са резултатима студија који указују на то да почетно приказивање елемената може поспешити вештине интеграције различитих елемената у једну целину у каснијим фазама учења (Lee, Plass, & Homer, 2006). Међутим, иако је и код прве и код друге групе ученика коришћен исти начин објашњења елемената, лошији резултати код ученика прве групе могу бити последица нижег нивоа интерактивности, а самим тим и смањених могућности да се активно ангажују у задатку.

Са друге стране, други фактор који је могао утицати на когнитивно оптерећење ученика је сама употреба софтвера. Како би се овај ефекат што више смањено, ученици су од наставника добили инструкције за употребу софтвера, а приликом употребе софтвера, ученици су могли тражити помоћ од наставника.

Због свега наведеног може се закључити да когнитивно оптерећење не би требало да буде фактор који би смањено позитивне ефекте симулације која захтева виши ниво ангажовања и већи степен слободе.

Друга хипотеза која се односи на претпоставку да постоје разлике у постигнућу ученика који су користили рачунарски подржане повратне информације и ученика код којих је примењен традиционални приступ где су ученици добијали повратне информације од стране наставника (X2), такође је потврђена (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Резултати указују на то да су ученици који су користили електронске повратне информације постигли значајно боље резултате у односу на ученике код којих је наставник давао повратне информације. С обзиром да су код друге групе ученика коришћене повратне информације у виду објашњења у комбинацији са повратним информацијама о тачним одговорима, овај налаз је у складу са налазима других аутора који налазе позитивне ефекте елаборираних повратних информација, решавања тестова у више покушаја, али



и софтвера који је садржао елементе формативног проверавања у области физике (Lai & Chen, 2010, Heckler & Mikula, 2016, Meyer, Attali, 2015 све према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019).

Разлике између друге и треће групе ученика могу бити објашњене чињеницом да су рачунарски подржане повратне информације ефикасније за концептуално разумевање ученика у односу на традиционалне повратне информације. Ипак, предности употребе електронске провере знања не би требало генерализовати у сваком контексту учења. Када би наставник био у прилици да посвети пажњу само једном ученику и само њему давао повратне информације, могуће је да би овај приступ био ефикаснији. Истраживања доказују да ученици преферирају повратне информације од стране наставника лицем у лице (Mulliner & Tucker, 2015). Сходно томе, постоје налази да ниједан тип елаборираних повратних информација није унапредио вештине разумевања текста у електронском окружењу већ да су повратне информације од стране наставника у току саме инструкције имале најпозитивнији ефекат (Golke et al. 2015). Ипак, када у учионици има много ученика јавља се проблем немогућности наставника да свим ученицима подједнако да квалитетне повратне информације. Квалитет повратних информација зависи од вештина наставника, доступног времена и оптерећености, али и од заинтересованости ученика да учествују у дискусији са наставником (Lee, 2008) или уздржаности ученика да постављају питања. Због тога се рачунарским подржаним повратним информацијама често даје предност у односу на традиционалне повратне информације.

Резултати друге студије у контексту учења путем открића указују на позитивније ефекте детаљних објашњења од стране наставника са индиректним смерницама за тачан одговор на концептуално разумевање ученика у односу на приступ са мање инструкција и директним повратним информацијама о задатку (Fang & Hsu, 2017 према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019).

Неконзистентни налази о ефикасности повратних информација од стране наставника у настави физике (Nicaise, Cogérino, Bois, & Amorose 2006 према Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019) говоре о ограничењима оваквог приступа, као и о утицају других фактора као што су карактеристике ученика, стидљивост, али и неспособност ученика да разумеју и употребе повратне информације. Поједини аутори тврде да ученицима често недостају ове вештине (Mulliner & Tucker, 2015).

Резултати овог истраживања указују на то да тип софтвера у коме ученици самостално креирају електрична кола од понуђених елемената у комбинацији са електронским тестирањем и повратним информацијама у облику објашњења и информација о тачности одговора има бољи ефекат на концептуално разумевање ученика у односу на софтвер који садржи симулацију са већ креираним електричним колима и повратне информације од стране наставника.

#### 4.5.9. Дискусија – испитивање ефеката примене различитих типова софтвера на употребу (мета)когнитивних стратегија приликом употребе софтвера

Учење путем открића подстиче употребу различитих когнитивних стратегија и саморегулацију. У оваквом контексту учења, ученици бирају стратегије решавања проблема и процењују да ли правилно поступају приликом израде задатка. Међутим, бројна су истраживања која указују на то да ученици имају тешкоће у саморегулацији свог учења при употреби рачунарски подржаних окружења за учење (Azevedo, 2005а према Roll, Aleven, McLaren, & Koedinger, 2007), а да неадекватна примена стратегија може смањити ефикасност оваквог облика учења (Salovaara, 2005).

Такође, треба имати у виду да су резултати базирани на основу ученичких субјективних процена, због чега налазе базиране на субјективним проценама треба узимати са резервом. Бројни аутори наглашавају на динамичку природу регулације, те да је није погодно мерити у једном тренутку и препоручују комбиновање различитих начина процене (Schraw, 2010). Ипак, други аутори користе исте или сличне скале за процену саморегулације учења у сличном контексту (Barnard, Lan, To, Paton, & Lai, 2009). У циљу испитивања активних процеса саморегулације приликом учења, истраживачи користе комбинацију квантитативних и квалитативних извора података у облику протокола размишљања наглас и мера постигнућа. Пинтричев модел саморегулисаног учења је коришћен за кодирање и категоризацију фаза саморегулације (Winters, Greene & Costich, 2008; Salovaara, 2005). Резултати ових студија указују на то да је учесталост употребе различитих стратегија повезана са напретком у учењу.

Са друге стране, поједини аутори користећи вишеструке начине за процену активних процеса саморегулације долазе до закључка да се самопроцене студената не поклапају увек са стварном употребом стратегија приликом учења, односно да су студенти процењивали да су користили одређене стратегије када то нису заправо радили (Winne & Jamieson-Noel, 2002).

Слично, студије показују и то да су активности процеса саморегулисаног учења током учења умањене код студената приликом употребе статичког и динамичког концептуалног вођења у односу на почетне самопроцене и да се студенти у те две групе нису разликовали у праћењу учења и употреби стратегија (Moos & Azevedo, 2008 према Winters, Greene & Costich, 2008). Супротно томе, резултати других истраживања указују на то да адаптивнији системи за учење у већој мери подстичу процесе саморегулације у односу на статичке системе за учење (Azevedo et al., 2004a према Winters, Greene & Costich, 2008).

Хипотеза која се односи на претпоставку да постоје разлике у процени употребе (мета)когнитивних стратегија између група ученика које су користиле софтвере различитих нивоа интерактивности (Х3) није потврђена. Иако ученици друге групе која је користила тип софтвера који захтева самостално креирање електричних кола процењују да су углавном више користили (мета)когнитивне стратегије у односу на ученике који су користили симулације са већ креираним електричним колима, те разлике нису статистички значајне. Овакав налаз води до закључка да су оба типа симулација у скоро једнакој мери постакли употребу ових стратегија.

Такође, хипотеза која се односи на претпоставку да постоје разлике у процени употребе (мета)когнитивних стратегија између друге и треће групе ученика који су користили идентичне симулације, али различит начин добијања повратних информација (Х4) није потврђена. Дакле, ученици који су користили рачунарски подржане повратне информације се не разликују статистички значајно од ученика који су повратне информације добијали од наставника у процени употребе (мета)когнитивних стратегија приликом коришћења софтвера.

Ипак као што је већ наведено, саморегулација је динамичан и цикличан процес због чега је тешко одредити зашто се одређене стратегије примењују у одређеним фазама учења и шта то утиче на одлуку ученика које ће процесе активирати или који процеси неће бити покренути (Azevedo, Moos, Johnson & Chauncey, 2010). Из тог разлога, неопходно је испитати процесе саморегулације у реалном времену, а наведени налаз се не сме генерализовати без додатних истраживања која се заснивају на вишеструким начинима процене.

#### 4.5.10. Дискусија - Идентификација повезаности категорија процене употребе (мета)когнитивних стратегија и ставова ученика према повратним информацијама

Хипотеза која се односи на претпоставку да постоји веза између процене ставова ученика према повратним информацијама и процене употребљених (мета)когнитивних стратегија приликом коришћења три типа софтвера делимично је потврђена (X5). Резултати указују на то да ставови претежно позитивно корелирају са категоријама процене употребе (мета)когнитивних стратегија.

Поред тога што повратне информације могу имати позитивног утицаја на концептуално разумевање ученика, оне такође могу подстаћи мотивацију код ученика и саморегулацију учења. Истраживање у коме су учествовали ученици петог разреда указује на то да су ученици који су добијали повратне информације од наставника вероватно успешније користили стратегије учења како би побољшали резултате теста из математике (Labuhn et al., 2010, према Zumbunn, Tadlock, & Roberts, 2011).

Претпоставка је да ће ученик који поседује вештине саморегулисаног учења бити у могућности да правилно користи и модификује стратегије учења које корисити како би испунио циљ учења. Међутим, мотивациона уверења ученика могу варирати у зависности од тога каква су његова претходна искуства са садржајем који учи, окружењем за учење, успешност у решавању сличних задатака и сл. (Azevedo, Moos, Johnson & Chauncey, 2010) што може утицати на поновну употребу стратегија учења.

Перцепција корисности повратних информација прве групе ученика позитивно корелира са категоријама елаборације, критичким размишљањем и метакогнитивним стратегијама. Дакле, што су ученици имали позитивнија искуства са повратним информацијама и сматрали их кориснијим, то су процењивали да су више елаборирали садржај, критички размишљали и користили метакогнитивне стратегије.

Перцепција корисности повратних информација друге групе ученика позитивно корелира са свим категоријама процене употребе когнитивних и метакогнитивних стратегија. Дакле, што су ученици позитивније перципирали корисност тестова и повратних информација које су користили, то су сматрали да су активније користили стратегије понављања, елаборације, организационе стратегије, метакогнитивне стратегије и више критички размишљали.

Перцепција корисности повратних информација треће групе ученика позитивно корелира само са категоријама критичког размишљања и употребе организационих стратегија.

Може се приметити да процена корисности повратних информација код све три групе ученика позитивно корелира са категоријом критичког размишљања. Овај налаз је очекиван јер повратне информације које су ученици добијали захтевају преиспитивање начина решавања задатака и тачности задатака. У све три групе ученика, ученици су добијали елабориране повратне информације и након успешног и након неуспешног решавања задатака приликом чега су имали могућност да уз помоћ датих објашњења и смерница потврде своје разумевање или га унапреде, размисле о примењеним стратегијама и примене нове.

Истраживања указују на то да је вредновање задатка предиктор употребе метакогнитивних стратегија ученика (Sungur, 2007) што је у складу са налазима овог истраживања којима су утврђене позитивне статистички значајне корелације између вредновања повратних информација које су ученици добили и процењене употребе (мета)когнитивних стратегија код прве и друге групе ученика. Такође, налази студија

указују на то да су перцепција задовољства, корисности и интерактивност предиктори перципираних процена саморегулације у окружењу за електронско учење (Liaw & Huang, 2013).

Иако то у овој студији није случај, друга истраживања указују на јаке позитивне корелације између одговора које је наставник давао и вештина метакогнитивног размишљања што указује на важност наставничких повратних информација и њихов утицај на активност метакогнитивних процеса код ученика (Reingold, Rimor, & Kalay, 2008).

На основу наведеног, може се закључити да су повратне информације имале удела у подстицању на употребу (мета)когнитивних стратегија. Сходно томе, студије су показале да студенти преферирају елабориране, процесно оријентисане повратне информације у значајнијој мери у односу на једноставне корективне повратне информације (Van der Kleij, Eggen, Timmers, & Veldkamp, 2012). Слично, поједини аутори долазе до налаза да су процесно-оријентисане повратне информације имале позитивијег индиректног утицаја на постигнуће из математике посредством перцепције о коришћеним повратним информацијама у односу на циљно оријентисане повратне информације (Harks, Rakoczy, Hattie, Besser, & Klieme, 2014).

#### 4.5.11. Закључна разматрања – истраживање о ефектима примене различитих врста апликативних софтвера

Резултати студије који се односе на испитивање утицаја примене софтвера различитих нивоа интерактивности указују на то да виши степен интерактивности позитивије утиче на концептуално разумевање ученика у односу на софтвере који од ученика захтевају нижи степен самосталности. Дакле, друга група ученика која је користила симулацију која захтева састављање електричних кола у комбинацији са рачунарски подржаним повратним информацијама (у виду објашњења и информација о томе да ли је задатак тачан) је као што је и очекивано, постигла боље резултате на тесту концептуалног разумевања у односу на ученике прве групе која је користила симулације са већ креираним електричним колима (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019).

Такође се показало да рачунарски подржане повратне информације у виду објашњења и информација о тачности задатка, имају позитивијег утицаја на разумевање ученика у односу на традиционалне повратне информације које ученици добијају од наставника. Дакле, као што је и претпостављено, ученици друге групе који су користили електронске повратне информације били су успешнији у постигнућу на тесту концептуалног разумевања у односу на ученике који су повратне информације добијали од наставника (Ђорић, Lambić & Jovanović, 2019). Ипак, с обзиром на велики број фактора који може утицати на ефикасност повратних информација (тренутак у коме ученици добијају повратне информације, обим и комплексност, садржај учења, узраст ученика, вештине ученика да користе добијене повратне информације) потребно је детаљније испитати начин на који ученици користе повратне информације и колико му пажње посвећују у различитим наставним контекстима.

Резултати студије која је имала за циљ да утврди да ли се ученици који су користили различите типове софтвера разликују у проценама употребе (мета)когнитивних стратегија указују на то да између ученика не постоје статистички значајне разлике. Мада су ученици друге групе дали највише процене за скоро све категорије, статистички значајне разлике нису утврђене ни између група ученика који су користили симулације

различитих нивоа интерактивности, нити ученика који су користили електронске и традиционалне повратне информације. Овакав налаз доводи до закључка да су све три варијанте употребе софтвера на сличан начин поставиле ученике на употребу (мета)когнитивних стратегија. Ипак, субјективне самопроцене активних процеса саморегулације понекада не дају реалну слику стварних активности ученика. Због тога је овај квалитативни налаз потребно детаљније анализирати комбиновањем квалитативних података, тј. праћењем и посматрањем процеса саморегулације у реалном времену чиме би се добила јаснија и објективнија представа о томе како едукативни софтвери подстичу ученике на саморегулацију.

Такође, резултати приказане студије указали су на то да постоје умерене и јаке позитивне везе између категорија процене употребе (мета)когнитивних стратегија и перцепције корисности повратних информација које су ученици добијали код прве и друге групе ученика (ученика који су користили рачунарски подржане повратне информације). Иако не постоје везе између свих категорија (мета)когнитивних стратегија и процена корисности повратних информација код све три групе ученика (већ само у другој групи) може се закључити да је категорија критичког размишљања у позитивној вези са перцепцијом корисности повратних информација у све три групе ученика. Овај налаз је очекиван с обзиром да повратне информације које су ученици добијали својим обликом подстичу ученике на размишљање о свом начину решавања проблема. Дакле, што су ученици позитивније вредновали корисност повратних информација, то су били више подстакнути на критичко размишљање.

На основу наведеног, може се закључити да је најефикаснији модел примене софтвера са симулацијом која захтева састављање електричних кола у комбинацији са рачунарски подржаним повратним информацијама у виду објашњења и информација о тачности задатка.

Посматрано из угла наставника, може се закључити да би било корисно будућим и активним наставницима/учитељима указати на могућности примене сва три модела како би добили целовитију слику о различитостима и ефектима описаних модела првенствено кроз лично искуство, а потом и искуство учења ученика.

#### **4.6. Резиме поглавља - Модели примене апликативног софтвера у образовању ученика и учитеља и њиховом стручном усавршавању**

У поглављу „Модели примене апликативног софтвера у образовању ученика и учитеља и њиховом стручном усавршавању“ приказа су три модела примене симулација, односно виртуелних лабораторија у настави. Правилна примена одређених модела учења уз помоћ софтвера у настави и искуства које будући учитељи/наставници стичу у току сопственог основног образовања могу бити добар пример за успешну имплементацију технологије у наставном процесу у свом будућем раду. Уз одређена прилагођавања, описани модели могу бити коришћени и у образовању будућих наставника/учитеља у циљу усвајања вештина за употребу технологије у наставном процесу. Поред тога, приказани су модели примене Web 2.0 алата у инцијалном образовању наставника, али и формалном образовању активних наставника. Кроз приказ наведених модела, дат је преглед вештина и компетенција наставника/учитеља који се кроз примену тих модела могу развијати (вештине саморефлексије, вештине за употребу технологије, вештине за планирање наставе уз помоћ технологије и сл.)

У другом делу поглавља анализирани су ефекти метакогнитивне стратегије три модела примене апликативних софтвера, односно симулација у области физике на узорку ученика 8. разреда. Први модел подразумева употребу симулације ниске интерактивности која садржи већ састављена електрична кола у којима ученик може мењати параметре напона и отпора и вршити мерења у комбинацији са електронским тестирањем и елаборираним повратним информацијама. Други модел, за разлику од првог, од ученика затева да самостално формирају електрична кола, подешавају вредности, а потом врше мерења. Овај модел такође је подразумевао електронску проверу знања и елабориране повратне информације. Трећи модел укључује употребу исте симулације као у другом моделу, али уместо електронске провере знања и повратних информација, у овом моделу је предвиђена примена традиционалног начина давања повратних информација (усмено од стране наставика). Као најефикаснији модел на концептуално разумевање ученика показао се софтвер који је садржао симулацију која захтева виши ниво интерактивности у комбинацији са електронском провером знања.

Показало се да се три групе ученика статистички не разликују у процени употребе (мета)когнитивних стратегија, због чега се може закључити да сва три модела имају приближно једнак утицај на употребу ових стратегија. Поред тога, неопходно је имати у виду да су добијени налази резултат индивидуалних, субјективних процена, због чега би их требало узети са резервом.

Категорија процене употребе метакогнитивних стратегија позивно корелира са ученичким проценама о корисности повратних информација код ученика који су користили рачунарски подржане повратне информације. Овакав налаз води закључку да повратне информације подстичу ученике на размишљање о свом процесу учења. Процена корисности повратних информација друге групе (која је користила интерактивнији софтвер у комбинацији са електронским повратним информацијама) ученика позитивно корелира са свим (мета)когнитивним стратегијама.

## 5. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА И ПЕДГОШКЕ ИМПЛИКАЦИЈЕ

На основу приказане теоријске анализе и изворних емпиријских истраживања, у овом поглављу дат је преглед значајних доприноса дисертације, импликација за наставу, као и истраживачких импликација.

### 5.1. Преглед значајних доприноса

Као што је већ поменуто у уводу, основни циљ ове дисертације је утврђивање ефеката примене различитих модела учења уз помоћ рачунара на различите аспекте учења код ученика у току основног образовања. Међутим, искуства која ученици стичу у току свог школовања и уверења која граде могу утицати на њихово касније професионално деловање, нарочито уколико се определе за рад у настави. На тај начин, и употреба технологије (нпр. образовног софтвера) у настави код ученика може формирати позитивне или негативне ставове према таквом приступу учења.

Иако су спроведена истраживања усмерена на евалуацију ефеката образовног софтвера за учење програмирања и три различита модела примене образовног софтвера за учење Омовог закона и везивања отпорника, у дисертацији су кроз преглед литературе приказани и модели примене других типова софтвера за усвајање различитих садржаја како у образовању ученика, тако и иницијалном и формалном образовању учитеља/наставника. Анализирани су модели примене симулација у образовању ученика од првог до четвртог разреда, образовању будућих учитеља/наставника и ученика предметне наставе; модели примене платформе `code.org` за учење програмирања са ученицима од првог до четвртог разреда; модели примене интернет алата (Web 2.0) у образовању ученика у првом циклусу основног образовања и иницијалном или формалном образовању учитеља/наставника.

*Утврђивање ефеката примене `code.org` платформе за учење програмирања на ставове ученика разредне наставе према програмирању и употреби ове платформе узимајући у обзир разлике у узрасту ученика, као и успешности приликом решавања задатака из области програмирања*

Резултати ове студије допринели су бољем разумевању како тешкоће приликом решавања задатака и неадекватна употреба образовног софтвера у настави програмирања могу негативно утицати на процену ставова ученика према самом садржају и платформи коју су ученици користили. Иако је очекивано да ће старија група ученика (трећег и четвртог разреда) бити успешнија у решавању проблема у односу на млађу групу ученика (првог и другог разреда) било је потребно утврдити који фактори, поред узраста ученика, могу додатно утицати на тешкоће приликом решавања проблема. Боље постигнуће старије групе ученика одразило се и на позитивније ставове. Курс 2 у коме су ученици решавали задатке, а који је намењен деци која знају да читају (старијим од шест година), због садржине и захтева одређених задатака ипак изискује одређено прилагођавање његове употребе овог курса у зависности од узраста ученика. На основу анализе садржине задатака може се увидети да поред програмерских концепата који могу бити комплексни за ученике на млађем узрасту, у задацима се тражи и примена математичког концепта као што су углови, које ученици првог и другог разреда нису довољно усвојили. Због тога, може се доћи до закључка да употреба ове платформе (и конкретно овог курса) може бити имплементирана на више начина у зависности од циљева учења (детаљније у поглављу 5.2). Адекватна примена ове платформе омогућила

би ученицима успешно разумевање програмерских концепата примерено њиховим способностима и знањима, што би даље водило позитивном вредновању садржаја и жељи за даљим учењем.

*Идентификација модела решавања проблема и утврђивање проблема приликом решавања задатака у контексту програмирања*

С обзиром на експлоративну природу овог истраживања и недостатак постојеће методологије истраживања овог проблема, за испитивање проблема процеса решавања проблема и тешкоћа са којима се ученици четвртог разреда сусрећу у контексту програмирања, за потребе овог истраживања прилагођена је методологија која се заснива на комбинацији квалитативне и квантитативне анализе података. На основу теоријске и логичке анализе формиране су одређене категорије очекиваних понашања која се могу јавити у процесу решавања проблема у контексту програмирања. Као први резултат тога, креиран је упитник за праћење понашања ученика на основу кога су се вршиле опсервације понашања, а касније усаглашавале процене два опсервера. На тај начин је извршена евалуација упитника, односно постојање очекиваних понашања укључених у упитник. Резултати опсервација дали су одговоре на постављена истраживачка питања. Налази ове студије допринели су разумевању процеса решавања проблема ученика четвртог разреда у контексту програмирања. Идентификоване су грешке које су ученици правили, тешкоће у примени аналогична и (мета)когнитивних стратегија, утврђена је склоност ка решавању проблема случајним покушајима, као и проблеми у проналажењу и примени другачијих начина решавања проблема узимајући у обзир различите типове и тежину задатака. Добијени резултати могу бити добар основ за планирање начина реализације активности приликом изучавања ове области на овом узрасту (детаљније у поглављу 5.2). Поред тога, приказан је почетни модел решавања проблема у контексту програмирања кроз потенцијалне везе између категорија понашања који је неопходно накнадно евалуирати.

*Утврђивање ефеката примене образовног софтвера различитог нивоа интерактивности у комбинацији са различитим облицима повратних информација на концептуално разумевање ученика осмог разреда и процену употребе (мета)когнитивних стратегија*

Као што је већ поменуто, велики број елемената образовног софтвера, као и варијација у њиховим комбинацијама, може утицати на ефикасност њихове примене. Како би се испитали ефекти неких од њих, у овом истраживању су евалуирани ефекти два елемента образовног софтвера: симулација (виртуелних лабораторија) и повратних информација у различитим облицима. У оквиру ове студије, процењени су ефекти примене симулације ниског нивоа интерактивности (са већ креираним електричним колима) која омогућава само управљање параметрима и мерење, у комбинацији са елаборираним електронским повратним информацијама, као и ефекти примене симулације вишег нивоа интерактивности која од ученика захтева самостално састављање електричних кола, а потом подешавање параметара и мерење, у комбинацији са елаборираним електронским и традиционалним повратним информацијама добијених усмено од стране наставника. Наиме, симулација са вишим нивоом интерактивности показала се као најефикаснија за концептуално разумевање садржаја из области физике када се користи у комбинацији са електронским елаборираним повратним информацијама.



Такође се показало да је примена сва три модела у једнакој мери подстакла ученике на примену (мета)когнитивних стратегија. Резултати истраживања дали су јаснију слику о томе на који начин треба примењивати образовне софтвере приликом изучавања садржаја у овој области, што доприноси наставној пракси. Ефекте интерактивности и повратних информација ипак треба размотрити са различитих аспеката узимајући у обзир контекст учења и карактеристике ученика, као и њихова претходна знања. Због тога је ова студија полазна основа за утврђивање различитих варијабилности у садржини и интерактивности образовних софтвера. Сходно томе, отворено је неколико нових истраживачких питања (детаљније у 5.3.).

## 5.2. Импликације за наставу

У претходном поглављу представљени су основни истраживачки доприноси дисертације из којих проистичу и практичне импликације за наставу. Истраживања у дисертацији су показала да је правилна примена образовног софтвера од велике важности за процес учења и да неадекватна имплементација технологије у настави може проузроковати лошије резултате, што се даље може одразити на негативније ставове, односно вредносна уверења ученика о садржају учења, али и самом софтверу.

Када је реч о примени code.org платформе за учење програмирања (Курса 2), може се закључити да начин њене употребе у великој мери зависи од наставних циљева и узраста ученика. Уколико је циљ да ученици на млађем узрасту усвоје одређене програмерске концепте, потребно је пажљиво извршити селекцију задатака тако да се ученици фокусирају само на усвајање програмерских концепата. Ово је посебно важно уколико ученици немају никаква искуства и предзнања у области програмирања, због чега им додатни захтеви за применом садржаја које нису усвојили могу веома отежати процес учења. Ово даље може водити фрустрацији, одустајању и формирању негативних ставова према садржају учења. Уколико ученици већ имају нека знања и/или искуства из области, могу се поставити задаци који захтевају напреднија знања и вештине у односу на оне које ученици већ поседују, при чему ће ученици утврдити разумевање концепата у области програмирања, а изазов ће им бити решавање задатака применом (математичких) концепата са којима нису довољно упознати. Овакав приступ омогућио би ученицима да усвајају математичке концепте у контексту програмирања. Још један од начина употребе ове платформе може бити искоришћен у циљу усвајања концепта углова што би подразумевало такву селекцију задатака тако да они не захтевају превише употребу програмерских концепата, али који би омогућили разумевање углова.

Само изучавање програмерских концепата може бити веома сложено за ученике на узрасту од првог до четвртог разреда, како због апстрактности садржаја, тако и због недостатка искуства у решавању проблемских задатака. Због тога је неопходно да учитељи буду упућени у потенцијалне начине размишљања ученика приликом решавања ових проблема, тешкоће са којима се ученици могу сусрести приликом усвајања одређених програмерских концепата и могућих грешака које ученици могу правити. Грешке које ученици праве веома су значајан индикатор начина размишљања ученика и дају јасан увид у то на које делове садржаја треба посебно обратити пажњу и како помоћи ученицима да превазиђу нејасноће. Истраживање обухваћено овом дисертацијом дало је одговоре о томе која се понашања ученика манифестују приликом решавања проблема у контексту програмирања, које су то грешке које ученици праве и како примењују стратегије решавања проблема. Из ових налаза проистекле су одређене

импликације које су примењиве не само у области информатике, односно програмирања, већ и у другим областима учења. Неопходно је код ученика развијати вештине стварања аналогича, подстаћи их на размишљање и циљано решавање проблема које се не ослања на случајне покушаје, већ на разумевање задатка и промишљање о корацима које треба применити како би се проблем решио. Способности ученика, претходна знања, али и сама тежина задатака утичу на претходно наведене процесе. Сходно томе, изазов је за учитеља да познавајући своје ученике и њихове потенцијале, процени и прилагоди садржаје учења и оптималну тежину задатака, која ће подстаћи ученике да активирају мисаоне процесе на вишем нивоу, а који неће довести до одустајања од задатка. Учитељ треба да буде неко ко усмерава процес решавања проблема и помаже ученицима да повезују претходно стечена знања и/или решења у новим и сличним ситуацијама. Учитељ треба да усмерава ученике да проналазе сличности и разлике између различитих приступа проблему или информацијама. Тако, од значаја могу бити хеуристичка питања, вођење ка тачном решењу/одговору, али и повратне информације на основу којих ученик доноси даље одлуке. Када ученик направи грешку, потребно је помоћи ученику да је схвати и да своје решење упореди са тачним решењем, како би извршио евалуацију свог начина решавања проблема, а самим тим и процеса размишљања. Када је реч о усвајању конкретних програмерских концепата, корисно је да се ученици пре него што приступе решавању проблема на рачунару, кроз примере из свакодневног живота упознају са концептом који ће примењивати (нпр. алгоритам за пут од куће до школе или алгоритам за исцртавање геометријске фигуре). На тај начин ће ученици боље разумети концепт и вероватно га успешније применити у задатку. Решавање проблема у пару или групи такође може позитивно утицати на резултат и процес учења.

Развијање научне писмености ученика и разумевање природних појава, још један је од наставних изазова у природним наукама. Велики број појава није видљив голим оком због чега ученици имају тешкоће да их разумеју. Ипак, ни образовни софтвери чија је улога да олакшају разумевање ових концепата, најчешће у облику симулација, не морају имати подједнако позитивне ефекте на учење код свих ученика. Истраживање спроведено у овој дисертацији указује на разлике у ефектима примене симулација различитог нивоа интерактивности и повратних информација које ученици добијају. Како се симулације могу користити и са млађим узрастима, посебно је важно правилно прилагодити начин њихове употребе. Млађи ученици могу имати тешкоће приликом техничке употребе самог софтвера што може додатно отежати процес учења. Због тога је важно обезбедити софтвер који је једноставан за употребу, али довољно привлачан да задржи пажњу ученика. Са друге стране, комплексне повратне информације како у електронском облику, тако и усменом (традиционално од стране учитеља) могу имати негативан ефекат. Повратне информације које ученици не разумеју и које нису у могућности да примене могу додатно збунити ученика. Поред узраста ученика, постоје други бројни фактори који могу утицати на обликовање и начин примене образовног софтвера. Неки од тих фактора су стилови учења ученика, претходно знање и комплексност садржаја саме симулације. Због претходно наведеног, учитељи/наставници имају важну улогу у креирању образовног софтвера. Познавање теорија и принципа учења и карактеристика ученика на одређеном узрасту омогућава пројектовање адекватног софтвера. У овоме учитељима/наставницима могу помоћи програмери или наставници информатике уколико сами не поседују довољно информатичких вештина. Наравно, развоју научне писмености могу допринети и друге

технологије, као што су интернет алати за колаборативно учење и размену информација. Неки примери модела примене технологије у разредној настави описани су у поглављима 3.3 и 3.4.

Иницијално образовање учитеља/наставника има важну улогу у припреми студената за имплементацију технологије у наставном процесу. Већ је поменуто да претходна искуства студената стечена током школовања могу обликовати ставове према оваквом начину учења, али и дати добре или лоше примере како се технологија може употребљавати. Ипак, наставничке студије могу допринети овим вештинама нарочито због велике брзине развоја технологије и промена које је тешко пропратити. Због тога је потребно да студенти у току иницијалног образовања стекну вештине за техничку употребу различитих категорија софтвера (не само образовних, већ и осталих), вештине за правилну употребу софтвера у наставном процесу интеграцијом знања о педагошким и психолошким теоријама учења, али и вештине за развој појединих софтвера. У циљу развоја поменутих вештина, постоје бројни модели примене технологије у иницијалном и формалном образовању наставника/учитеља, од којих су неки приказани у дисертацији (поглавље 4.4).

### 5.3. Импликације за даље истраживање

Сва три истраживања обухваћена која су овом дисертацијом, отворила су велики број истраживачких питања које је потребно испитати како би се добила јаснија слика о ефектима примене различитих модела учења уз помоћ образовног софтвера. Као што је већ напоменуто, евалуација ефеката примене ових модела може бити јако комплексна због великог броја фактора који могу утицати на њихову примену при чему треба у обзир узети и различите аспекте учења на које они могу утицати. Због тога су у овом поглављу приказане импликације за даља истраживања у подручју сваког истраживања појединачно.

Из резултата истраживања које се односи на утврђивање постојања разлика између ученика различитог узраста према програмирању и употреби платформе за учење програмирања, као и разлика у успешности приликом решавања задатака у овом контексту, произашле су следеће истраживачке импликације:

- Како би се прецизније одредиле разлике између ученика различитих узраста и фактори који утичу на њихову успешност у решавању задатака у области програмирања, али и ставове, потребно је узети у обзир контролне варијабле као што су (когнитивни) стилови учења, способности ученика, капацитет радне меморије као и визуелно-спацијалне вештине које у овом контексту могу имати утицаја;
- Такође би било корисно утврдити како би се одвијао процес решавања проблема у области програмирања ако би ученици радили у пару или групама формираних према више различитих критеријума као што су различите/исте способности ученика, позитивни/негативни ставови према садржају, висока/ниска процена самоефикасности за решавање проблема, исти/различит узраст ученика, виши/нижи ниво социјализације и сл.;
- Како би се испитали ефекти примене платформе на садржаје који нису у области програмирања, потребно је евалуирати и ефекте примене code.org платформе на усвајање садржаја из математике.

На основу резултата истраживања које је се односи на идентификацију специфичних тешкоћа са којима се ученици сусрећу приликом решавања задатака у контексту програмирања, анализу њихових грешака и (мета)когнитивних вештина, могу се издвојити следеће импликације за даља истраживања:

- Потребно је поновити истраживање са већим узорком ученика пратећи процес решавања проблема ученика у току дужег временског периода приликом решавања већег броја задатака како би се прецизније одредила понашања ученика и тешкоће са којима се ученици сусрећу. На овај начин би се стекао увид у развојне промене приликом решавања проблема, промене или доследност у појединим аспектима понашања;
- Такође би било корисно развити упитник за праћење понашања којим би се пратило не само постојање одређеног понашања, већ учесталост манифестовања, израженост и сл. На овај начин би се могле прецизније одредити везе између одређених категорија понашања у циљу формирања модела решавања проблема у контексту програмирања;
- Како би резултати истраживања могли да се примене у ширем контексту, потребно је спровести исто истраживање употребом других платформи за учење програмирања, нпр. платформи које не садрже строго структуриране задатке већ које су отворенијег карактера;
- Поред тога, праћењем сличних понашања у другим контекстима решавања проблема (који не подразумевају програмирање) добио би се јаснији увид у то како се процес решавања проблема манифестује у различитим областима (нпр. да ли у другим областима ученици лакше примењују аналогije, прибегавају случајним покушајима решавања проблема, да ли планирају кораке итд.);

На основу налаза истраживања које је имало за циљ испитивање ефеката примене образовних софтвера различитог нивоа интерактивности у комбинацији за различитим облицима повратних информација, издвојиле су следеће истраживачке импликације:

- Потребно је испитати утицај више варијација повратних информација које ученици могу добити приликом учења различитих садржаја на различитим узрастима;
- Когнитивно оптерећење приликом употребе образовног софтвера различите интерактивности може се довести у везу са претходним знањем ученика, бројем елемената чији однос ученици треба да схвате употребом симулација, али и искуством у употреби сличних софтвера, због чега је корисно детаљније испитати утицај поменутих фактора;
- Како би се добио детаљнији увид у процес решавања проблема путем експериментисања у виртуелном окружењу и реакције ученика на повратне информације које ученици добијају (колико их детаљно читају, разумеју и примењују) потребно је спровести истраживање које би укључило опсервацију процеса учења. На овај начин би се прецизније одредили ефекти примене образовног софтвера на усвајање одређеног садржаја. Поред тога, избегла би се субјективност у процени употребе (мета)когнитивних стратегија које ученици примењују приликом учења на овај начин.

#### 5.4. Закључак дисертације

У овој дисертацији приказани су и евалуирани ефекти више модела примене различитих типова образовних софтвера који се могу примењивати на различитим узрастима у зависности од садржаја и циљева учења. Преглед литературе и спроведена истраживања указали су на различите факторе који утичу на ефикасност њихове примене.

Када је реч о разредној настави и употреби платформе за учење програмирања, резултати спроведених истраживања указују да је узраст ученика важан фактор који може утицати на процес обликовања наставе у области програмирања. Адекватно планирана настава и употреба платформе може допринети бољем постигнућу ученика, што даље води и позитивнијим ставовима према садржају учења. Истраживање је показало да мање успешни, односно млађи ученици (којима употреба платформе није довољно прилагођена), исказују негативније ставове према програмирању и платформи коју су користили, у односу на старију групу ученика којој је познатији садржај задатака обухваћених платформом. Као наставак на претходно истраживање, ескпловативно истраживање које је имало за циљ да идентификује процес решавања проблема ученика четвртог разреда приликом употребе платформе за учење програмирања, указало је на кључне проблеме и тешкоће са којима се ученици четвртог разреда сусрећу приликом решавања проблемских задатака у контексту програмирања. Нејасноће и тешкоће са којима се ученици сусретали, манифестовале су се кроз неколико категорија грешака које су ученици правили у зависности од типа и тежине задатка. Пропратна понашања приликом решавања проблема, као што су тешкоће у проналажењу аналогија, понављање грешака, решавање задатака случајним покушајима, додатно указују на проблеме у разумевању садржаја у области програмирања, али и на недостатак регулације когнитивних стратегија. Из манифестованих понашања произашао је предлог почетног модела решања проблема ученика.

Испитивање ефеката примене симулација различитог нивоа интерактивности у комбинацији са електронским и/или повратним информацијама указују на важност степена интерактивности и начин на који се ученицима дају повратне информације. Висока интерактивност и елабориране повратне информације подржане рачунаром су се показале као најефикасније за усвајање концепата у области природних наука. Интерактивност и повратне информације нису утицале на разлике у процени употребе (мета)когнитивних стратегија приликом употребе симулација вишег/нижег нивоа интерактивности и елаборираних традиционалних/рачунарски подржаних повратних информација. Процена корисности повратних информација које су ученици добијали позитивно корелирају са категоријама (мета)когнитивних стратегија.

На основу прегледа литературе, може се закључити да време које ученици проводе у школи може утицати на формирање ставова према настави, али и конкретно употребу технологије. Приказани модели указују на позитивне ефекте примене апликативних софтвера у образовању будућих учитеља/наставника. Због тога правилна примена технологије у току целокупног образовања наставника/учитеља може бити од посебне важности за њихво професионално деловање.

Адекватна примена образовног софтвера омогућава оптималан развој вештина и знања код ученика која их може мотивисати да се мисаоно ангажују, развију стратегије, а да при томе развију и позитивне ставове према садржају учења и самој употреби различитих платформи. Из тог разлога је неопходно користити моделе примене апликативног софтвера у настави који су показали највећу ефикасност.

**ЛИТЕРАТУРА**

- Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. *Future of learning group publication*, 5(3), 1-11.
- Ahmed, M. E., & Hasegawa, S. (2014). An instructional design model and criteria for designing and developing online virtual labs. *International Journal of Digital Information and Wireless Communications (IJDIWC)*, 4(3), 355-371.
- Aina, J. K. (2013). Effective teaching and learning in science education through Information and Communication Technology [ICT]. *IOSR Journal of Research and Method in Education*, 2(5), 43-47.
- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning?. *Journal of educational psychology*, 103(1), 1-81.
- Al-Kathiri, F. (2015). Beyond the Classroom Walls: Edmodo in Saudi Secondary School EFL Instruction, Attitudes and Challenges. *English Language Teaching*, 8(1), 189-204.
- Anning, A. (1988). Teachers' theories about children's learning. In J. Calderhead (Ed.), *Teachers' professional learning* (pp. 128-145). London: Falmer
- Antonietti, A., Ignazi, S., & Perego, P. (2000). Metacognitive knowledge about problem-solving methods. *British Journal of Educational Psychology*, 70(1), 1-16.
- Awwad, A. A. A. (2013). Piaget's Theory of Learning. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 4(9), 106 – 129.
- Azevedo, R., Moos, D. C., Johnson, A. M., & Chauncey, A. D. (2010). Measuring cognitive and metacognitive regulatory processes during hypermedia learning: Issues and challenges. *Educational psychologist*, 45(4), 210-223.
- Baadte, C., & Schnotz, W. (2014). Feedback effects on performance, motivation and mood: Are they moderated by the learner's self-concept? *Scandinavian Journal of Educational Research*, 58(5), 570–591.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory?. *Trends in cognitive sciences*, 4(11), 417-423.
- Bairral, M. A., & dos Santos, R. T. (2012). E-Portfolio improving learning in mathematics pre-service teacher. *Digital Education Review*, (21), 1-12.
- Bandura, A. (1977). Self efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215.
- Barnard, L., Lan, W. Y., To, Y. M., Paton, V. O., & Lai, S. L. (2009). Measuring self-regulation in online and blended learning environments. *The internet and higher education*, 12(1), 1-6.
- Başer, M., & Durmuş, S. (2010). The Effectiveness of Computer Supported Versus Real Laboratory Inquiry Learning Environments on the Understanding of Direct Current Electricity among Pre-Service Elementary School Teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 6(1), 47-61.
- Baturay, M. H., Gökçearsan, Ş., & Ke, F. (2017). The relationship among pre-service teachers' computer competence, attitude towards computer-assisted education, and intention of technology acceptance. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 9(1), 1-13.
- Behrend, D. A., Rosengren, K., & Perlmutter, M. (1989). A new look at children's private speech: The effects of age, task difficulty, and parent presence. *International Journal of Behavioral Development*, 12(3), 305-320.

- Bergen, D. (2002). The role of pretend play in children's cognitive development. *Early Childhood Research & Practice*, 4(1), n1, 2-13.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157.
- Birgin, O. (2011). Pre-service mathematics teachers views on the use of portfolios in their education as an alternative assessment method. *Educational Research and Reviews*, 6(11), 710-721.
- Blannin, J. (2015). The Role of the Teacher in Primary School Web 2.0 Use. *Contemporary Educational Technology*, 6(3), 188-205.
- Bonk, C. J., & King, K. S. (2012). Searching for learner-centered, constructivist, and sociocultural components of collaborative educational learning tools. In *Electronic collaborators* (pp. 61-86). Routledge.
- Bottino, R. M., & Ott, M. (2006). Mind games, reasoning skills, and the primary school curriculum. *Learning Media and Technology*, 31(4), 359-375.
- Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1999). *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*. ASCD.
- Brophy, J. (1987). Synthesis of Research on Strategies for Motivating Students to Learn. *Educational leadership*, 45(2), 40-48.
- Cakir, H. (2013). Use of blogs in pre-service teacher education to improve student engagement. *Computers & Education*, 68, 244-252.
- Cakir, R., Yukselturk, E., & Top, E. (2015). Pre-service and in-service teachers' perceptions about using Web 2.0 in education. *Participatory Educational Research*, 2(2), 70-83.
- Cetin, I., & Ozden, M. Y. (2015). Development of computer programming attitude scale for university students. *Computer Applications in Engineering Education*, 23(5), 667-672.
- Calao, L. A., Moreno-León, J., Correa, H. E., & Robles, G. (2015). Developing mathematical thinking with scratch. In *Design for teaching and learning in a networked world* (pp. 17-27). Springer, Cham.
- Cartelli, A. (2010). Frameworks for digital competence assessment: Proposals, instruments, and evaluation. In *Proceedings of Informing Science & IT Education Conference (InSITE)* (pp. 561-573).
- Chai, C. S., Koh, J. H. L., Tsai, C. C., & Tan, L. L. W. (2011). Modeling primary school pre-service teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for meaningful learning with information and communication technology (ICT). *Computers & Education*, 57(1), 1184-1193.
- Chang, C. K. (2014). Effects of using Alice and Scratch in an introductory programming course for corrective instruction. *Journal of Educational Computing Research*, 51(2), 185-204.
- Chen, C. Y., Pedersen, S., & Murphy, K. L. (2011). Learners' perceived information overload in online learning via computer-mediated communication. *Research in Learning Technology*, 19(2), 101-116.
- Chi, M. T., Feltovich, P. J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive science*, 5(2), 121-152.

- Chien, Y. T., Chang, C. Y., Yeh, T. K., & Chang, K. E. (2012). Engaging pre-service science teachers to act as active designers of technology integration: A MAGDAIRE framework. *Teaching and Teacher Education*, 28(4), 578-588.
- Ching, Y. H., Yang, D., Baek, Y., & Baldwin, S. (2016). Enhancing graduate students' reflection in e-portfolios using the TPACK framework. *Australasian Journal of Educational Technology*, 32(5), 108-122.
- Cicconi, M. (2014). Vygotsky meets technology: A reinvention of collaboration in the early childhood mathematics classroom. *Early Childhood Education Journal*, 42(1), 57-65.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cook, M. P. (2006). Visual representations in science education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science education*, 90(6), 1073-1091.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, 16(3), 297-334.
- Dalgarno, B. (2001). Interpretations of constructivism and consequences for computer assisted learning. *British Journal of Educational Technology*, 32(2), 183-194.
- Davis, F. D. (1993). User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. *International journal of man-machine studies*, 38(3), 475-487.
- Delen, E., Liew, J., & Willson, V. (2014). Effects of interactivity and instructional scaffolding on learning: Self-regulation in online video-based environments. *Computers & Education*, 78, 312-320.
- den Exter, K., Rowe, S., Boyd, W., & Lloyd, D. (2012). Using Web 2.0 technologies for collaborative learning in distance education—Case studies from an Australian university. *Future Internet*, 4(1), 216-237.
- Deng, L., & Yuen, A. H. (2011). Towards a framework for educational affordances of blogs. *Computers & education*, 56(2), 441-451.
- DePryck, K. (2016). From computational thinking to coding and back. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)* (pp. 27-29). New York, NY, USA: ACM. doi: 10.1145/3012430.3012492.
- Dörner, D., & Schaub, H. (1994). Errors in planning and decision-making and the nature of human information processing. *Applied psychology*, 43(4), 433-453.
- Du, J., Wimmer, H., & Rada, R. (2016). "Hour of Code": Can it change students' attitudes toward programming? *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 15, 52-73
- Duncan, T. G., & McKeachie, W. J. (2005). The making of the motivated strategies for learning questionnaire. *Educational psychologist*, 40(2), 117-128.
- Ђорић, Б. (2018). Улога језика, учења путем открића и употребе ИКТ у развоју научне писмености, у Маринковић, С. (ур.). *Зборник радова "Језик, култура и образовање"*, Ужице: Педагошки факултет (стр. 179-188).



- Dorić, B., Lambić, D. & Jovanović, Ž. (2018). Educational software for learning psychics - combination of simulations and formative assessment. In I. Milićević (ed.). *Proceedings TIE 2018*, pp. (47-51), Čačak: Faculty of Technical Sciences.
- Dorić, B., Lambić, D. & Jovanović, Ž. (2019). The Use of Different Simulations and Different Types of Feedback and Students' Academic Performance in Physics. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9858-4>
- Ebrecht, Betty M. and Ku, Heng-Yu (2014) "A Case Study of Classroom Blogging in Three Elementary Schools," *Journal of Educational Research and Innovation: Vol. 4 : No. 1* , Article 1. Available at: <http://digscholarship.unco.edu/jeri/vol4/iss1/1>
- Efe, H. A. (2015). The relation between science student teachers' educational use of web 2.0 technologies and their computer self-efficacy. *Journal of Baltic Science Education*, 14(1), 142-154.
- Elder, B. L., & Brooks, D. W. (2008). Simple versus elaborate feedback in a nursing science course. *Journal of science education and technology*, 17(4), 334-340.
- Elia, I., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Kolovou, A. (2009). Exploring strategy use and strategy flexibility in non-routine problem solving by primary school high achievers in mathematics. *ZDM*, 41(5), 605-618.
- Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (2013). Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly*, 26(2), 43-71.
- European Commission (2018). Key Competences for Lifelong Learning. Retrieved from <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/297a33c8-a1f3-11e9-9d01-01aa75ed71a1/language-en>
- Evans, C., & Gibbons, N. J. (2007). The interactivity effect in multimedia learning. *Computers & Education*, 49(4), 1147-1160.
- Ferrari, A. (2012). *Digital competence in practice: An analysis of frameworks*.
- Fesakis, G., & Serafeim, K. (2009, July). Influence of the familiarization with scratch on future teachers' opinions and attitudes about programming and ICT in education. In *ACM SIGCSE Bulletin*, 41(3), (pp .258-262).
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American psychologist*, 34(10), 906-911.
- Fleiss, J. L., & Cohen, J. (1973). The Equivalence of Weighted Kappa and the Intraclass Correlation Coefficient as Measures of Reliability. *Educational and Psychological Measurement*, 33(3), 613-619. <https://doi.org/10.1177/001316447303300309>
- Fokides, E., & Atsikpasi, P. (2017). Redefining the framework for teaching programming to primary school students: Results from three pilot projects. *British Journal of Education, Society & Behavioural Science*, 20, 1-11.
- Forawi, S. A., Almekhlafi, A. G., & Al-Mekhlafy, M. H. (2012). Development and Validation of E-Portfolios: The UAE Pre-Service Teachers' Experiences. *US-China Education Review*, 99-105.
- Fowler, A. (2012). Enriching student learning programming through using Kodu. In *Proceedings of the 3rd Annual Conference of Computing and Information Technology, Education and Research in New Zealand (incorporating 24th Annual NACCO)*.

- Garcia, I., & Pacheco, C. (2013). A constructivist computational platform to support mathematics education in elementary school. *Computers & Education*, 66, 25-39.
- Giannakoulas, A., & Xinogalos, S. (2018). A pilot study on the effectiveness and acceptance of an educational game for teaching programming concepts to primary school students. *Education and Information Technologies*, 23(5), 2029-2052.
- Gilakjani, A. P., Lai-Mei, L., & Ismail, H. N. (2013). Teachers' use of technology and constructivism. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 5(4), 49-63.
- Goktas, Y., Yildirim, S., & Yildirim, Z. (2009). Main Barriers and Possible Enablers of ICTs Integration into Pre-service Teacher Education Programs. *Educational Technology & Society*, 12 (1), 193–204.
- Goldie, J. G. S. (2016). Connectivism: a knowledge learning theory for the digital age? *Medical Teacher*, 38(10), pp. 1064-1069.
- Golke, S., Dörfler, T., & Artelt, C. (2015). The impact of elaborated feedback on text comprehension within a computer-based assessment. *Learning and Instruction*, 39, 123–136.
- Greer, D. L., Crutchfield, S. A., & Woods, K. L. (2013). Cognitive theory of multimedia learning, instructional design principles, and students with learning disabilities in computer-based and online learning environments. *Journal of Education*, 193(2), 41-50.
- Hao, Y., & Lee, K. S. (2015). Teachers' concern about integrating Web 2.0 technologies and its relationship with teacher characteristics. *Computers in Human Behavior*, 48, 1-8.
- Harks, B., Rakoczy, K., Hattie, J., Besser, M., & Klieme, E. (2014). The effects of feedback on achievement, interest and self-evaluation: the role of feedback's perceived usefulness. *Educational Psychology*, 34(3), 269-290.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81-112.
- Hermans, R., Tondeur, J., Van Braak, J., & Valcke, M. (2008). The impact of primary school teachers' educational beliefs on the classroom use of computers. *Computers & education*, 51(4), 1499-1509.
- Höfler, T. N. (2010). Spatial ability: Its influence on learning with visualizations – a meta-analytic review. *Educational Psychology Review*, 22(3), 245-269.
- Israel, M., Wherfel, Q. M., Pearson, J., Shehab, S., & Tapia, T. (2015). Empowering K–12 students with disabilities to learn computational thinking and computer programming. *TEACHING Exceptional Children*, 48(1), 45-53.
- Jaakkola, T., & Nurmi, S. (2008). Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(4), 271-283.
- Jaakkola, T., Nurmi, S., & Veermans, K. (2011). A comparison of students' conceptual understanding of electric circuits in simulation only and simulation-laboratory contexts. *Journal of research in science teaching*, 48(1), 71-93.
- Jimoyiannis, A., Tsiotakis, P., Roussinos, D., & Siorenta, A. (2013). Preparing teachers to integrate Web 2.0 in school practice: Toward a framework for Pedagogy 2.0. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(2), 248-267.

- Joubish, M. F., & Khurram, M. A. (2011). Cognitive Development in Jean Piaget's Work and its Implications for Teachers. *World Applied Sciences Journal*, 12(8), 1260-1265.
- Kalelioğlu, F. (2015). A new way of teaching programming skills to K-12 students: Code.org. *Computers in Human Behavior*, 52, 200-210.
- Kalelioğlu, F., & Gülbahar, Y. (2014). The effects of teaching programming via Scratch on problem solving skills: A discussion from learners' perspective. *Informatics in Education*, 13(1), 33-50.
- Karagiorgi, Y., & Symeou, L. (2005). Translating constructivism into instructional design: Potential and limitations. *Journal of Educational Technology & Society*, 8(1), 17-27.
- Kent, M., & Leaver, T. (Eds.). (2014). *An education in Facebook?: higher education and the*
- Kiliç, E., & Gökdas, I. (2014). Learning through Blogging: Use of Blogs to Enhance the Perceived Learning of Pre-Service ICT Teachers. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(3), 1169-1177.
- Kiss, A. (2018). *Investigating young children's attitudes toward mathematics: Improved measurement and the relation to achievement*. University of Minnesota, Doctoral Dissertation.
- Knowles, J. G. (1992). Models for teachers' biographies. In I. Goodson (Eds.), *Studying teachers' lives* (pp. 99-152). New York: Teachers College Press
- Kolovou, A., & Heuvel-Panhuizen, M. V. D. (2010). Online game-generated feedback as a way to support early algebraic reasoning. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, 20(2), 224-238.
- Korkmaz, Ö. (2018). The effect of scratch-and lego mindstorms Ev3-Based programming activities on academic achievement, problem-solving skills and logical-mathematical thinking skills of students. *MOJES: Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 4(3), 73-88.
- Kruschke, J. K. (2013). Bayesian estimation supersedes the t test. *Journal of Experimental Psychology: General*, 142(2), 573-603.
- Kubiátko, M., & Vlckova, K. (2010). The relationship between ICT use and science knowledge for Czech students: A secondary analysis of PISA 2006. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(3), 523-543.
- Kumar, D. (2014). Digital playgrounds for early computing education. *ACM Inroads*, 5(1), 20-21.
- Kumar, D. D., Thomas, P. V., Morris, J. D., Tobias, K. M., Baker, M., & Jermanovich, T. (2011). Effect of current electricity simulation supported learning on the conceptual understanding of elementary and secondary teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 20(2), 111-115.
- Кузмановић, Б. (2014). *Саморегулација учења и школска успешност*. Мастер рад. Чачак: Факултет техничких наука Чачак, Универзитет у Крагујевцу.
- Кузмановић, Б. и Вучетић, М. (2015). Саморегулација учења из перспективе ученика и њена повезаност са школским успехом. *Настава и васпитање*, 64(2), 269-283.
- Кузмановић, Б., & Ламбић, Д. (2017). Примена виртуелних/удаљених лабораторија у образовању. *Норма*, 22(2), 209-221.
- Kuzmanović, B. i Papić, M.Ž. (2017). Mogućnosti primene Web 2.0 alata u obrazovanju. *Pedagogija*, 72(2), 127-138.

- Кузмановић, Д. (2017). Емпиријска провера конструкта дигиталне писмености и анализа предиктора постигнућа (*Doctoral dissertation*), Универзитет у Београду-Филозофски факултет.
- Lambić, D. (2010). Presenting practical application of Mathematics by the use of programming software with easily available visual components. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the IMA*, 30(1), 10-18.
- Ламбић, Д. (2012). „Модели примене апликативних софтвера у настави математике и информатике“. *Докторска дисертација*. Београд: Универзитет у Београду, Математички факултет.
- Lambić, D. (2014). Factors influencing future teachers' adoption of educational software use in classroom. *Croatian Journal of Education*, 16(3), 815-846.
- Lambić, D. (2016). Correlation between Facebook use for educational purposes and academic performance of students. *Computers in Human Behavior*, 61, 313-320.
- Lambić, D., & Lipkovski, A. (2012). Measuring the influence of students' attitudes on the process of acquiring knowledge in mathematics. *Hrvatski časopis za odgoj i obrazovanje*, 14(1), 187-205.
- Lazonder, A. W., & Ehrenhard, S. (2014). Relative effectiveness of physical and virtual manipulatives for conceptual change in science: how falling objects fall. *Journal of computer assisted learning*, 30(2), 110-120.
- Lee, H., Plass, J. L., & Homer, B. D. (2006). Optimizing cognitive load for learning from computer-based science simulations. *Journal of Educational Psychology*, 98(4), 902-913.
- Lee, I. (2008). Student reactions to teacher feedback in two Hong Kong secondary classrooms. *Journal of Second Language Writing*, 17(3), 144-164.
- Lehning, M., Leplow, B., Friege, L., Herzog, A., Ferstl, R., & Mehdorn, M. (1998). Development of spatial memory and spatial orientation in preschoolers and primary school children. *British Journal of Psychology*, 89(3), 463-480.
- Lei, J. (2009). Digital natives as preservice teachers: what technology preparation is needed? *Journal of Computing in Teacher Education*, 25 (3), 87-97.
- Liaw, S. S., & Huang, H. M. (2013). Perceived satisfaction, perceived usefulness and interactive learning environments as predictors to self-regulation in e-learning environments. *Computers & Education*, 60(1), 14-24.
- Liu, C. C., Lu, K. H., Wu, L. Y., & Tsai, C. C. (2016). The Impact of Peer Review on Creative Self-efficacy and Learning Performance in Web 2.0 Learning Activities. *Educational Technology & Society*, 19 (2), 286-297.
- Lortie, D. (1975). *Schoolteacher: A sociological study*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lutz, S., & Huitt, W. (2004). Connecting cognitive development and constructivism: Implications from theory for instruction and assessment. *Constructivism in the Human Sciences*, 9(1), 67-90.
- Maier, U., Wolf, N., & Randler, C. (2016). Effects of a computer-assisted formative assessment intervention based on multiple-tier diagnostic items and different feedback types. *Computers & Education*, 95, 85-98.
- Makljenović, S., Kuzmanović, B. i Papić, Ž. (2017). Stavovi učenika mašinske struke prema školi i nastavi, *Pedagogija*, 72(4), 456-468.

- Mansvelder-Longayroux, D. D., Beijaard, D., Verloop, N., & Vermunt, J. D. (2007). Functions of the Learning Portfolio in Student Teachers' Learning Process. *Teachers College Record*, 109(1), 126-159.
- Massa, S. (2014). The development of critical thinking in primary school: the role of teachers' beliefs. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 141, 387-392.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Animation as an aid to multimedia learning. *Educational psychology review*, 14(1), 87-99.
- McManis, L. D., & Gunnewig, S. B. (2012). Finding the education in educational technology with early learners. *Young Children*, 67(3), 14-24.
- Mercer\*, N., Dawes, L., Wegerif, R., & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: Ways of helping children to use language to learn science. *British educational research journal*, 30(3), 359-377.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40.
- Meusen-Beekman, K. D., Joosten-ten Brinke, D., & Boshuizen, H. P. (2016). Effects of formative assessments to develop self-regulation among sixth grade students: Results from a randomized controlled intervention. *Studies in Educational Evaluation*, 51, 126-136.
- Meyer, B. J., Wijekumar, K., Middlemiss, W., Higley, K., Lei, P. W., Meier, C., & Spielvogel, J. (2010). Web-based tutoring of the structure strategy with or without elaborated feedback or choice for fifth-and seventh-grade readers. *Reading Research Quarterly*, 45(1), 62-92.
- Miller, S. T. (2009). *Formative computer-based assessments: the potentials and pitfalls of two formative computer-based assessments used in professional learning programs* (Doctoral dissertation, Queen's University).
- Mladenović, M., Rosić, M., & Mladenović, S. (2016). Comparing elementary students' programming success based on programming environment. *International journal of modern education and computer science*, 8(8), 1-10.
- Moreno-León, J., & Robles, G. (2015, March). Computer programming as an educational tool in the English classroom a preliminary study. In *2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 961-966). IEEE.
- Moshman, D. (1982). Exogenous, endogenous, and dialectical constructivism. *Developmental review*, 2(4), 371-384.
- Mouza, C., & Karchmer-Klein, R. (2013). Promoting and assessing pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK) in the context of case development. *Journal of Educational Computing Research*, 48(2), 127-152.
- Mulliner, E., & Tucker, M. (2015). Feedback on feedback practice: Perceptions of students and academics. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 42(2), 266-288.
- Munier, V., & Merle, H. (2009). Interdisciplinary mathematics–physics approaches to teaching the concept of angle in elementary school. *International Journal of Science Education*, 31(14), 1857-1895.
- Murchú, D. Ó. (2005). New teacher and student roles in the technology-supported, language classroom. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(2), 3-10.

- Narciss, S., Sosnovsky, S., Schnaubert, L., Andrès, E., Eichelmann, A., Gogvadze, G., & Melis, E. (2014). Exploring feedback and student characteristics relevant for personalizing feedback strategies. *Computers & Education*, 71, 56–76.
- Nelson-Le Gall, S. (1981). Help-seeking: An understudied problem-solving skill in children. *Developmental Review*, 1(3), 224-246.
- Newhouse, C. P. (2001). Applying the Concerns-based Adoption Model to Research on Computers in Classrooms. *Journal of Research on computing in Education*, 33(5), 1-21.
- Oakley, G., Pegrum, M., & Johnston, S. (2014). Introducing e-portfolios to pre-service teachers as tools for reflection and growth: lessons learnt. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 42(1), 36-50.
- Olympiou, G. & Zacharia, Z. C. (2012). Blending physical and virtual manipulatives: An effort to improve students' conceptual understanding through science laboratory experimentation. *Science Education*, 96(1), 21-47.
- Olympiou, G., Zacharias, Z., & De Jong, T. (2013). Making the invisible visible: Enhancing students' conceptual understanding by introducing representations of abstract objects in a simulation. *Instructional science*, 41(3), 575-596.
- Ouahbi, I., Kaddari, F., Darhmaoui, H., Elachqar, A., & Lahmine, S. (2015). Learning basic programming concepts by creating games with scratch programming environment. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191, 1479-1482.
- Ozcelik, E., & Yildirim, S. (2005). Factors influencing the use of cognitive tools in web-based learning environments. *Quarterly Review of Distance Education*, 6(4), 295-308.
- Özgün-Koca, S. A., Meagher, M., & Edwards, M. T. (2010). Preservice teachers' emerging TPACK in a technology-rich methods class. *The Mathematics Educator*, 19(2), 10-20.
- Pan, S. C., & Franklin, T. (2011). In-Service Teachers' Self-Efficacy, Professional Development, and Web 2.0 Tools for Integration. *New Horizons in Education*, 59(3), 28-40.
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2016). Developing fundamental programming concepts and computational thinking with ScratchJr in preschool education: a case study. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 10(3), 187-202.
- Papavlasopoulou, S., Sharma, K., & Giannakos, M. N. (2018). How do you feel about learning to code? Investigating the effect of children's attitudes towards coding using eye-tracking. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 17, 50-60.
- Papić, M. Ž., Aleksić, V., Kuzmanović, B., Papić, M. (2015). Primjena mapa uma i konceptualnih mapa u nastavnom procesu. *Vaspitanje i obrazovanje*, XL(3), 13-25.
- Peleg, R., & Baram-Tsabari, A. (2011). Atom surprise: Using theatre in primary science education. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 508-524.
- Perkun, R. (2006). The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice. *Educational Psychology Review*, 18, 315-341.
- Petković, D., Srećković, M., Stanić, K., Belić, D., Borković, A., Damnjanović, S., Vuković, D. i Radovanović, M. (2012). Radni listovi - Profesionalna orijentacija – Program za mlade – 5 koraka do odluke o karijeri. Beograd: Ministarstvo omladine i sporta Republike Srbije i Deutsche Gesellschaft fuer Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

- Pifarré, M., & Staarman, J. K. (2011). Wiki-supported collaborative learning in primary education: How a dialogic space is created for thinking together. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 6(2), 187-205.
- Pifarré, M., Guijosa, A., & Argelagós, E. (2014). Using a blog to create and support a community of inquiry in secondary education. *E-Learning and Digital Media*, 11(1), 72-87.
- Pintrich, P.R. (1999). The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. *International Journal of Educational Research*, 31, 459-470.
- Ramos, M. A. S. (2010). Blog and Complex Thinking: A Case Study. *Online Submission*, 7(8), 11-21.
- Raths, J. (2001). Teachers' Beliefs and Teaching Beliefs. *Early Childhood Research and Practice*, 3 (1), 385-391.
- Reingold, R., Rimor, R., & Kalay, A. (2008). Instructor's scaffolding in support of student's metacognition through a teacher education online course: a case study. *Journal of interactive online learning*, 7(2), 139-151.
- Richland, L. E., & Simms, N. (2015). Analogy, higher order thinking, and education. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 6(2), 177-192.
- Richland, L. E., Morrison, R. G., & Holyoak, K. J. (2006). Children's development of analogical reasoning: Insights from scene analogy problems. *Journal of Experimental Child Psychology*, 94, 249-273.
- Roberts, P., Maor, D., & Herrington, J. (2016). ePortfolio-based learning environments: Recommendations for effective scaffolding of reflective thinking in higher education. *Journal of Educational Technology and Society*, 19(4), 22-33.
- Roll, I., Alevan, V., McLaren, B. M., & Koedinger, K. R. (2007). Designing for metacognition—applying cognitive tutor principles to the tutoring of help seeking. *Metacognition and Learning*, 2(2-3), 125-140.
- Romero, C., López, M. I., Luna, J. M., & Ventura, S. (2013). Predicting students' final performance from participation in on-line discussion forums. *Computers & Education*, 68, 458-472.
- Rots, I., Aelterman, A., Devos, G., & Vlerick, P. (2010). Teacher education and the choice to enter the teaching profession: A prospective study. *Teaching and Teacher Education*, 26(8), 1619-1629.
- Sadaf, A., Newby, T. J., & Ertmer, P. A. (2016). An investigation of the factors that influence preservice teachers' intentions and integration of Web 2.0 tools. *Educational Technology Research and Development*, 64(1), 37-64.
- Salih, M. (2010). Developing thinking skills in Malaysian science students via an analogical task. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 33(1), 110-128.
- Salovaara, H. (2005). An exploration of students' strategy use in inquiry-based computer-supported collaborative learning. *Journal of computer assisted learning*, 21(1), 39-52.
- Schraw, G. (2010). Measuring self-regulation in computer-based learning environments. *Educational psychologist*, 45(4), 258-266.
- Schunk, D. (Ed.), Zimmerman, B. (Ed.). (2008). *Motivation and Self-Regulated Learning*. New York: Routledge, <https://doi.org/10.4324/9780203831076>

- Serin, O. (2011). The Effects of the Computer-Based Instruction on the Achievement and Problem Solving Skills of the Science and Technology Students. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 10(1), 183-201.
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of Educational Research*, 78(1), 153–189.
- Sorić, I. i Vulić-Prtorić, A. (2006). Percepcija roditeljskog ponašanja, školska samoeфикаsnost i kauzalne atribucije u kontekstu samoregulacije učenja. *Društvena istraživanja*, 15(4-5), 773-797.
- Strawhacker, A., Lee, M., Caine, C., & Bers, M. (2015, June). ScratchJr Demo: A coding language for Kindergarten. In *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 414-417). ACM.
- Struyven, K., Blicke, Y., & De Roeck, V. (2014). The electronic portfolio as a tool to develop and assess pre-service student teaching competences: Challenges for quality. *Studies in Educational Evaluation*, 43, 40-54.
- Su, A. Y., Yang, S. J., Hwang, W. Y., Huang, C. S., & Tern, M. Y. (2014). Investigating the role of computer-supported annotation in problem-solving-based teaching: An empirical study of a Scratch programming pedagogy. *British Journal of Educational Technology*, 45(4), 647-665.
- Sun, K. T., Lin, Y. C., & Yu, C. J. (2008). A study on learning effect among different learning styles in a Web-based lab of science for elementary school students. *Computers & Education*, 50(4), 1411-1422.
- Sungur, S. (2007). Modeling the relationships among students' motivational beliefs, metacognitive strategy use, and effort regulation. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 51(3), 315-326.
- Swanson, H. L., Jerman, O., & Zheng, X. (2008). Growth in working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 100(2), 343-379.
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123–138.
- Sykes, E. R. (2007). Determining the effectiveness of the 3D Alice programming environment at the computer science I level. *Journal of Educational Computing Research*, 36(2), 223-244.
- Tatar, N., Akpınar, E., & Feyzioglu, E. Y. (2013). The effect of computer-assisted learning integrated with metacognitive prompts on students' affective skills. *Journal of Science Education and Technology*, 22(5), 764-779.
- Theodoropoulos, A., Antoniou, A., & Lepouras, G. (2016). The Little ones, the Big ones and the Code: Utilization of digital educational games in primary school pupils. *Proceedings of the 7th Conference on Informatics in Education (7th CIE 2015)* (pp. 49-59). Piraeus, Greece.
- Timmers, C., & Veldkamp, B. (2011). Attention paid to feedback provided by a computer-based assessment for learning on information literacy. *Computers & Education*, 56(3), 923-930.
- Turiman, P., Omar, J., Daud, A. M., & Osman, K. (2012). Fostering the 21st century skills through scientific literacy and science process skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 59, 110-116.



- Tüysüz, C. (2010). The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(1), 37-53.
- Uslu, O., & Bumen, N. T. (2012). Effects of the Professional Development Program on Turkish Teachers: Technology Integration along with Attitude towards ICT in Education. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 11(3), 115-127.
- Valcke, M. (2002). Cognitive load: updating the theory?. *Learning and Instruction*, 12(1), 147-154.
- Valtonen, T., Kukkonen, J., Kontkanen, S., Sormunen, K., Dillon, P., & Sointu, E. (2015). The impact of authentic learning experiences with ICT on pre-service teachers' intentions to use ICT for teaching and learning. *Computers & Education*, 81, 49-58.
- van der Kleij, F. M., Eggen, T. J., Timmers, C. F., & Veldkamp, B. P. (2012). Effects of feedback in a computer-based assessment for learning. *Computers & Education*, 58(1), 263-272.
- Van Der Linden, D., Sonnentag, S., Frese, M., & Van Dyck, C. (2001). Exploration strategies, performance, and error consequences when learning a complex computer task. *Behaviour & Information Technology*, 20(3), 189-198.
- Vendetti, M. S., Matlen, B. J., Richland, L. E., & Bunge, S. A. (2015). Analogical reasoning in the classroom: Insights from cognitive science. *Mind, Brain, and Education*, 9(2), 100-106.
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision sciences*, 39(2), 273-315.
- Viera, A. J., & Garrett, J. M. (2005). Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. *Fam med*, 37(5), 360-363.
- Webb, P. (2010). Science education and literacy: Imperatives for the developed and developing world. *Science*, 328(5977), 448-450.
- Werner, L., & Denning, J. (2009). Pair programming in middle school: What does it look like? *Journal of Research on Technology in Education*, 42(1), 29-49.
- Wilson, A., & Moffat, D. C. (2010, September). Evaluating Scratch to Introduce Younger Schoolchildren to Programming. In *PPIG* (p. 7).
- Wilson, A., Hainey, T., & Connolly, T. (2012, October). Evaluation of computer games developed by primary school children to gauge understanding of programming concepts. In *6th European conference on games-based learning (ECGBL)* (pp. 4-5).
- Wilson, A., Hainey, T., & Connolly, T. M. (2013). Using Scratch with primary school children: an evaluation of games constructed to gauge understanding of programming concepts. *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, 3(1), 93-109.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725.
- Winne, P. H., & Jamieson-Noel, D. (2002). Exploring students' calibration of self reports about study tactics and achievement. *Contemporary Educational Psychology*, 27(4), 551-572.
- Winsler, A., & Diaz, R. M. (1995). Private speech in the classroom: The effects of activity type, presence of others, classroom context, and mixed-age grouping. *International Journal of Behavioral Development*, 18(3), 463-487.

- Winsler, A., & Naglieri, J. (2003). Overt and covert verbal problem-solving strategies: Developmental trends in use, awareness, and relations with task performance in children aged 5 to 17. *Child development*, 74(3), 659-678.
- Winters, F. I., Greene, J. A., & Costich, C. M. (2008). Self-regulation of learning within computer-based learning environments: A critical analysis. *Educational Psychology Review*, 20(4), 429-444.
- Wolters, C. A. (1999). The relation between high school students' motivational regulation and their use of learning strategies, effort, and classroom performance. *Learning and individual differences*, 11(3), 281-299.
- Wong, R. M. F., & Hew, K. F. (2012). The impact of blogging and scaffolding on primary school pupils' narrative writing: A case study. In *Evaluating the Impact of Technology on Learning, Teaching, and Designing Curriculum: Emerging Trends* (pp. 100-117)
- Wopereis, I. G., Sloep, P. B., & Poortman, S. H. (2010). Weblogs as instruments for reflection on action in teacher education. *Interactive Learning Environments*, 18(3), 245-261
- Yang, S. H. (2009). Using blogs to enhance critical reflection and community of practice. *Educational Technology & Society*, 12(2), 11-21.
- Yu, C. H., DiGangi, S. A., Jannasch-Pennell, A., & Collins, C. Gathering and scattering.
- Yuan, J., & Kim, C. (2015). Effective feedback design using free technologies. *Journal of Educational Computing Research*, 52(3), 408-434.
- Zacharia, Z. C., Manoli, C., Xenofontos, N., de Jong, T., Pedaste, M., van Riesen, S. A., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Identifying potential types of guidance for supporting student inquiry when using virtual and remote labs in science: a literature review. *Educational technology research and development*, 63(2), 257-302.
- Zaharija, G., Mladenović, S., & Boljat, I. (2013). Introducing basic programming concepts to elementary school children. *Procedia-social and behavioral sciences*, 106, 1576-1584.
- Zeichner, Kenneth M., & Tabachnick, B. Robert. (1981). Are the effects of university teacher education 'washed out' by school experience? *Journal of Teacher Education*, 32(3), 7-11. EJ 249 372.
- Zhou, W., Simpson, E., & Domizi, D. P. (2012). Google Docs in an out-of-class collaborative writing activity. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 24(3), 359-375.
- Zimmerman, B.J. (2002). Becoming a Self-Regulated Learner: An overview. *Theory into practice*, 41(2), 64-70.
- Zoanetti, N. (2010). Interactive computer based assessment tasks: How problem-solving process data can inform instruction. *Australasian Journal of Educational Technology*, 26(5), 585-606.
- Zumbrunn, S., Tadlock, J., & Roberts, E. D. (2011). Encouraging self-regulated learning in the classroom: A review of the literature. *Metropolitan Educational Research Consortium (MERC)*, 1-28.

## ПРИЛОЗИ

### Прилог 3.6.2-1: Упитник за праћење понашања ученика приликом решавања проблема у контексту програмирања

#### Стаза 1 и 2

##### Покушавање и мењање стратегије

##### 1. Ученик понавља погрешне покушаје.

1.1. Да ли ради то? ДА НЕ

1.2. Ученик понавља: (а) потпуно исту грешку више пута (б) другачији тип грешке

1.3. Ученик прави грешке: (а) у почетним задацима (б) у почетним задацима не, а касније да (в) током израде свих задатака у овој групи

1.4. Погрешни покушаји су (могуће је заокружити више одговора): (а) додавање вишак блокова (б) склањање исправних блокова (в) грешке у идентификацији смера кретања објекта (г) нетачан распоред блокова

##### 2. Ученик покушава да реши задатак случајним погађањем (нпр. ученик насумично бира блокове, бесциљно – видљиво кроз вербализацију „Да пробам овај блок, можда је тај“ или кроз сам рад).

2.1. Да ли ради то? ДА НЕ

2.2. Ученик решава на овај начин решава задатак: (а) из три или више покушаја (б) из два покушаја (в) из једног покушаја

##### 3. Ученик демонстрира кораке које жели да примени (уместо да вербализује, ученик извлачи одређене блокове на радну површину без коментара).

3.1. Да ли ради то? ДА НЕ

3.2. Ученик демонстрира наредне кораке: (а) уз опомену истраживача да то уради (б) повремено самостално, повремено уз опомену (в) самостално

3.3. Наредни планирани кораци углавном су: (а) нетачни (б) делимично тачни (в) тачни

##### 4. Ученик у току једне акције планира мењање корака које треба да предузме (предомишља се) (нпр. „Четири пута узима нектар, а не него 3.“).

4.1. Да ли ради то? ДА НЕ

4.2. Ученик је у стању да схвати да ли је његово мењање мишљења исправно: (а) ученик не показује разумевање (б) ученик схвата да ли је промена корака исправна/неисправна након сугестија истраживача (в) ученик самостално схвата да ли је промена корака исправна/неисправна

##### 5. Ученик повезује решења претходних задатака са новим задацима.

5.1. Да ли ради то? ДА НЕ

5.2. Ученик је у стању да повеже начин решавања новог задатка са претходним: (а) потпуно самостално (б) уз помоћ истраживача (в) није у могућности да примени стара решења у новим задацима

##### Лоцирање грешке (Ученик проналази место у задатку где је грешка-нпр. „Аха, овај блок је вишак!“)

##### 1. Ученик у задатку који захтева тражење грешке и исправљање у групи блокова (Стаза 2) лоцира грешку.

1.1. Ученик успева да реши задатак: (а) потпуно самостално и потпуно тачно (б) самостално али делимично тачно (тако да га мора завршити уз помоћ истраживача) (в) уз потпуну помоћ истраживача

##### Праћење кода и евалуација (Ученик прати делове задатка и анализира блокове: „Додали смо један корак помери се напред, значи треба још један.“; проверава своје решење)

##### 1. Ученик исказује разумевање односа између блокова (важност редоследа блокова – нпр. прецизност у одговору на питање „Колико има корака пре скретања десно?“).

1.1. Приликом утврђивања да ли ученик разуме однос између блокова ученик: (а) не показује разумевање уопште (б) показује разумевање након помоћи истраживача (в) у потпуности разуме редослед и намену одређених блокова

1.2. Најчешће грешке (могуће је одабрати више одговора): (а) погрешно тумачење блокова „окрени се десно или лево“ (б) погрешно тумачење редоследа блокова

##### 2. Ученик коментарише тачност дела задатка (нпр. „Да, то је то, мислим да је тако!“)

2.1. Да ли ради то? ДА НЕ

2.2. Ученик се одлучује на усмену евалуацију: (а) самостално (б) повремено уз сугестију истраживача, а повремено самостално (в) уз сугестију истраживача

##### 3. Ученик проналази своју грешку у решењу.

3.1. Ученик: (а) потпуно самостално проналази грешку у задатку (б) повремено уз сугестију истраживача, а повремено самостално (в) увек уз сугестију истраживача

**Понављање циља****1. Ученик погрешно интерпретира поставку задатка.**1.1. *Да ли ради то?* ДА НЕ**2. Ученик пита истраживача о томе да ли правилно користи наредни корак (нпр. „Значи само треба да идем десно?“).**2.1. *Да ли ради то?* ДА НЕ**Исказивање несигурности****1. Ученик исказује несигурност у предузимању корака (нпр. „Збунила сам се, нисам сигурна.“)**1.1. *Да ли ради то?* ДА НЕ**Стаза 3 и 4****Покушавање и мењање стратегије****1. Ученик понавља погрешне покушаје.**1.1. *Да ли ради то?* ДА НЕ1.2. *Ученик понавља:* (а) потпуно исту грешку више пута (б) другачији тип грешке1.3. *Ученик прави грешке:* (а) у почетним задацима (б) у почетним задацима не, а касније да (в) током израде свих задатака у овој групи1.4. *Погрешни покушаји су (могуће је заокружити више одговора):* (а) додавање вишак блокова (б) склањање исправних блокова (в) грешке у идентификацији смера кретања објекта (г) нетачан распоред блокова**2. Ученик покушава да реши задатак случајним погађањем (нпр. ученик насумично бира блокове, бесциљно – видљиво кроз вербализацију „Да пробам овај блок, можда је тај“ или кроз сам рад).**2.1. *Да ли ради то?* ДА НЕ2.2. *Ученик решава на овај начин решава задатак:* (а) из три или више покушаја (б) из два покушаја (в) из једног покушаја**3. Ученик демонстрира кораке које жели да примени (уместо да вербализује, ученик извлачи одређене блокове на радну површину без коментара).**3.1. *Да ли ради то?* ДА НЕ3.2. *Ученик демонстрира наредне кораке:* (а) уз опомену истраживача да то уради (б) повремено самостално, повремено уз опомену (в) самостално3.3. *Наредни планирани кораци углавном су:* (а) нетачни (б) делимично тачни (в) тачни**4. Ученик у току једне акције планира мењање корака које треба да предузме (предомишља се) (нпр. „Четири пута узима нектар, а не него 3.“).**4.1. *Да ли ради то?* ДА НЕ4.2. *Ученик је у стању да схвати да ли је његово мењање мишљења исправно:* (а) ученик не показује разумевање (б) ученик схвата да ли је промена корака исправна/неисправна након сугестија истраживача (в) ученик самостално схвата да ли је промена корака исправна/неисправна**5. Ученик повезује решења претходних задатака са новим задацима.**5.1. *Да ли ради то?* ДА НЕ5.2. *Ученик је у стању да повеже начин решавања новог задатка са претходним:* (а) потпуно самостално (б) уз помоћ истраживача (в) није у могућности да примени стара решења у новим задацима**Праћење кода и евалуација (Ученик прати делове задатка и анализира блокове: „Додали смо један корак помери се напред, значи треба још један.“; проверава своје решење)****1. Ученик исказује разумевање односа између блокова (важност редоследа блокова – нпр. прецизност у одговору на питање „Где треба уметнути наредбе које се понављају када се користи блок „повнављај?“ (пре, после, унутар блока)?).**1.1. *Приликом утврђивања да ли ученик разуме однос између блокова ученик:* (а) не показује разумевање уопште (б) показује разумевање након помоћи истраживача (в) у потпуности разуме редослед и намену одређених блокова1.2. *Најчешће грешке (могуће је одабрати више одговора):* (а) погрешно тумачење блокова „окрени се десно или лево“ (б) погрешно тумачење редоследа блокова**2. Ученик коментарише тачност дела задатка (нпр. „Да, то је то, мислим да је тако!“)**2.1. *Да ли ради то?* ДА НЕ2.2. *Ученик се одлучује на усмену евалуацију:* (а) самостално (б) повремено уз сугестију истраживача, а повремено самостално (в) уз сугестију истраживача**3. Ученик проналази своју грешку у решењу.**3.1. *Ученик:* (а) потпуно самостално проналази грешку у задатку (б) повремено уз сугестију истраживача, а повремено самостално (в) увек уз сугестију истраживача

**Понављање циља****1. Ученик погрешно интерпретира поставку задатка.**1.1. *Да ли ради то?* ДА НЕ**2. Ученик пита истраживача о томе да ли правилно користи наредни корак (нпр. „Значи само треба да идем десно?“).**2.1. *Да ли ради то?* ДА НЕ**Исказивање емоција****1. Ученик исказује несигурност у предузимању корака (нпр. „Збунила сам се, нисам сигурна“)**1.1. *Да ли ради то?* ДА НЕ**Тражење другог решења****1. Ученик проналази друго решење задатка у задацима где је тражено само да идентификује други начин решавања проблема (Задаци у стази 3 са цртањем – „Треба да користимо блок „понављај“).**1.1. *Ученик:* (а) препознаје који блок је потребан и исправно објашњава како би употребио тај блок (б) препознаје блок који треба користити, али не и правилну употребу блока (в) не може да идентификује нови блок који треба употребити**2. Ученик примењује друго решење (код задатака где је тражено друго решење):**2.1. *Ученик:* (а) не може да примени друго решење (б) примењује ново решење делимично тачно (в) правилно примењује ново решење потпуно тачно2.2. *Ученик успева да реши задатак:* (а) потпуно самостално и потпуно тачно (б) самостално али делимично тачно (тако да га мора завршити уз помоћ истраживача) (в) уз потпуну помоћ истраживача2.3. *Ученик решава на овај начин решава задатак:* (а) из три или више покушаја (б) из два покушаја (в) из једног покушаја**3. Ученик без захтева приступа употреби другог решења.**3.1. *Ученик на овај начин успева да реши задатак:* (а) потпуно самостално и потпуно тачно (б) самостално али делимично тачно (тако да га мора завршити уз помоћ истраживача) (в) уз потпуну помоћ истраживача**Разумевање петљи****1. Ученик правилно одређује број понављања наредби у једној петљи.**1.1. *Ученик одређује број понављања:* (а) потпуно самостално и потпуно тачно (б) самостално али делимично тачно (тако да га мора завршити уз помоћ истраживача) (в) уз потпуну помоћ истраживача**2. Ученик на правом месту лоцира где треба убацити блок „понављај“.**2.1. *Ученик идентификује место где је потребно унети блок понављај:* (а) потпуно самостално и потпуно тачно (б) самостално али делимично тачно (тако да га мора завршити уз помоћ истраживача) (в) уз потпуну помоћ истраживача2.2. *Грешке које се најчешће појављују (могуће је одабрати више одговора):* (а) погрешно додавање наредби које се извршавају изван блока „понављај“ (б) поред употребе блока „понављај“ ученик поново користи неколико пута групу истих наредби (в) грешке у идентификацији који блокови се извршавају ван петље (очекује се у Стази 5, у првом задатку)**3. Ученик примењује секвенцијално решење (без употребе петљи) иако је упознат са употребом петљи.**3.1. *Ученик на овај начин успева да реши задатак:* (а) потпуно самостално и потпуно тачно (б) самостално али делимично тачно (тако да га мора завршити уз помоћ истраживача) (в) уз потпуну помоћ истраживача**Стаза 5****Покушавање и мењање стратегије****1. Ученик понавља погрешне покушаје.**1.1. *Да ли ради то?* ДА НЕ1.2. *Ученик понавља:* (а) потпуно исту грешку више пута (б) другачији тип грешке1.3. *Ученик прави грешке:* (а) у почетним задацима (б) у почетним задацима не, а касније да (в) током израде свих задатака у овој групи1.4. *Погрешни покушаји су (могуће је заокружити више одговора):* (а) додавање вишак блокова (б) склањање исправних блокова (в) грешке у идентификацији смера кретања објекта (г) нетачан распоред блокова**2. Ученик покушава да реши задатак случајним погађањем (нпр. ученик насумично бира блокове, бесциљно – видљиво кроз вербализацију „Да пробам овај блок, можда је тај“ или кроз сам рад).**2.1. *Да ли ради то?* ДА НЕ

- 2.2. Ученик решава на овај начин решава задатак: (а) из три или више покушаја (б) из два покушаја (в) из једног покушаја
- 3. Ученик демонстрира кораке које жели да примени (уместо да вербализује, ученик извлачи одређене блокове на радну површину без коментара).**
- 3.1. Да ли ради то? ДА НЕ
- 3.2. Ученик демонстрира наредне кораке: (а) уз опомену истраживача да то уради (б) повремено самостално, повремено уз опомену (в) самостално
- 3.3. Наредни планирани кораци углавном су: (а) нетачни (б) делимично тачни (в) тачни
- 4. Ученик у току једне акције планира мењање корака које треба да предузме (предомишља се) (нпр. „Четири пута узима нектар, а не него 3.“).**
- 4.1. Да ли ради то? ДА НЕ
- 4.2. Ученик је у стању да схвати да ли је његово мењање мишљења исправно: (а) ученик не показује разумевање (б) ученик схвата да ли је промена корака исправна/неисправна након сугестија истраживача (в) ученик самостално схвата да ли је промена корака исправна/неисправна
- 5. Ученик повезује решења претходних задатака са новим задацима.**
- 5.1. Да ли ради то? ДА НЕ
- 5.2. Ученик је у стању да повеже начин решавања новог задатка са претходним: (а) потпуно самостално (б) уз помоћ истраживача (в) није у могућности да примени стара решења у новим задацима

**Праћење кода и евалуација (Ученик прати делове задатка и анализира блокове: „Додали смо један корак помери се напред, значи треба још један“; проверава своје решење)**

- 1. Ученик исказује разумевање односа између блокова (важност редоследа блокова – нпр. прецизност у одговору на питање „Шта се извршава у петљи која се понавља 3 пута, а шта у петљи унутар ње која се извршава два пута?“).**
- 1.1. Приликом утврђивања да ли ученик разуме однос између блокова ученик: (а) не показује разумевање уопште (б) показује разумевање након помоћи истраживача (в) у потпуности разуме редослед и намену одређених блокова
- 2. Ученик коментарише тачност дела задатка (нпр. „Да, то је то, мислим да је тако!“)**
- 2.1. Да ли ради то? ДА НЕ
- 2.2. Ученик се одлучује на усмену евалуацију: (а) самостално (б) повремено уз сугестију истраживача, а повремено самостално (в) уз сугестију истраживача
- 3. Ученик проналази своју грешку у решењу.**
- 3.1. Ученик: (а) потпуно самостално проналази грешку у задатку (б) повремено уз сугестију истраживача, а повремено самостално (в) увек уз сугестију истраживача

**Понављање циља**

- 1. Ученик погрешно интерпретира поставку задатка.**
- 1.1. Да ли ради то? ДА НЕ
- 2. Ученик пита истраживача о томе да ли правилно користи наредни корак (нпр. „Значи само треба да идем десно?“).**
- 2.1. Да ли ради то? ДА НЕ

**Исказивање несигурности**

- 1. Ученик исказује несигурност у предузимању корака (нпр. „Збунила сам се, нисам сигурна“)**
- 1.1. Да ли ради то? ДА НЕ

**Тражење другог решења**

- 1. Ученик примењује друго решење (код задатака где је тражено друго решење):**
- 1.1. Ученик: (а) не може да примени друго решење (б) примењује ново решење делимично тачно (в) правилно примењује ново решење потпуно тачно
- 1.2. Ученик успева да реши задатак: (а) потпуно самостално и потпуно тачно (б) самостално али делимично тачно (тако да га мора завршити уз помоћ истраживача) (в) уз потпуну помоћ истраживача
- 1.3. Ученик решава на овај начин решава задатак: (а) из више од три покушаја (б) из два покушаја (в) из једног покушаја
- 2. Ученик без захтева приступа употреби другог решења.**
- 2.1. Ученик на овај начин успева да реши задатак: (а) потпуно самостално и потпуно тачно (б) самостално али делимично тачно (тако да га мора завршити уз помоћ истраживача) (в) уз потпуну помоћ истраживача

**Разумевање угњевждених петљи (група блокова „понављај у понављај“)**

- 1. Ученик одређује правилан број потребних блокова „понављај“.**
- 1.1. Ученик одређује број блокова: (а) потпуно самостално и потпуно тачно (б) самостално али делимично тачно (тако да га мора завршити уз помоћ истраживача) (в) уз потпуну помоћ истраживача

- 2. Ученик одређује колико се пута који блок „понављај“ извршава.**
- 2.1. Ученик одређује број блокова: (а) потпуно самостално и потпуно тачно (б) самостално али делимично тачно (тако да га мора завршити уз помоћ истраживача) (в) уз потпуну помоћ истраживача
- 3. Ученик лоцира право место у задатку где треба користити угнеждене петље (нпр. при неправилној употреби ставља два блока „понављај“ потпуно један испод другог)**
- 3.1. Ученик лоцира угнеждене петље: (а) потпуно самостално и потпуно тачно (б) самостално али делимично тачно (тако да га мора завршити уз помоћ истраживача) (в) уз потпуну помоћ истраживача
- 3.2. Грешке које се најчешће појављују (могуће је одабрати више одговора): (а) погрешно додавање наредби које се извршавају изван блока „понављај“ (б) поред употребе блока „понављај“ ученик поново користи неколико пута групу истих наредби (в) грешке у идентификацији који блокови се извршавају ван петље (г) постављање блокова „понављај“ један испод другог (д) не може да утврди који блокови су обухваћени којом петљом
- 4. Ученик примењује секвенцијално решење иако је упознат са употребом петљи.**
- 4.1. Ученик решава задатак: (а) потпуно самостално и потпуно тачно (б) самостално али делимично тачно (тако да га мора завршити уз помоћ истраживача) (в) уз потпуну помоћ истраживача
- 5. Ученик примењује комбиновано решење (делови задатка су урађени помоћу петљи, а поједини делови секвенцијално).**
- 5.1. Ученик одређује број блокова: (а) потпуно самостално и потпуно тачно (б) самостално али делимично тачно (тако да га мора завршити уз помоћ истраживача) (в) уз потпуну помоћ истраживача
- 6. Ученик примењује угнеждене петље.**
- 6.1. Ученик одређује број блокова: (а) потпуно самостално и потпуно тачно (б) самостално али делимично тачно (тако да га мора завршити уз помоћ истраживача) (в) уз потпуну помоћ истраживача

Прилог 3.6.4-1: Резултати процена опсервера и коефицијент слагања у процени понашања ученика приликом решавања проблема у контексту програмирања

Категорија задатака 1				
Покушавање и мењање стратегије				
Р.Б. ставке из упитника	% слагања процена			Кохенов Капа коефицијент
1.1.	да) 55,2	не) 41,4		0,930
1.2	а) 20,7 б) 27,6 в) 10,3			1
1.3	а) 24,1 б) 6,9 в) 20,7			0,95
1.4		да	не	
	а	17,2	24,1	0,739
	б	37,9	13,8	0,89
	в	31	27,6	0,948
г	24,1	24,1	0,791	
2.1.	да) 27,6	не) 69		0,917
2.2.	а) 17,2 б) 3,4 в) 3,4			0,855
3.1.	да) 72,4	не) 24,1		0,910
3.2.	а) 0 б) 34,5 в) 31			0,846
3.3.	а) 3,4 б) 24,1 в) 20,7			0,613
4.1.	да) 58,6	не) 34,5		0,854
4.2.	а) 6,9 б) 31 в) 10,3			0,753
5.1.	а) 89,7	не) 10,3		1
5.2.	а) 55,2 б) 20,7 в) 6,9			0,657
Лоцирање грешке				
1.1.	а) 62,1 б) 27,6 в) 10,3			1
Праћење кода и евалуација				
1.1.	а) 10,3 б) 17,2 в) 69			0,924
1.2. 51,7		да	не	
	а)	13,8	31	0,942
	б)	41,4	0	0,869



2.1.	да) 65,5	не) 20,7	0,657	
2.2.	а) 10,3 б) 34,5 в) 10,3		0,648	
3.1.	а) 13,8 б) 72,4 в) 3,4		0,827	
<b>Понављање циља</b>				
1.1.	да) 17,2	не) 75,9	0,791	
2.1.	да) 31	не) 58,6	0,776	
<b>Исказивање несигурности</b>				
1.1.	да) 31	не) 65,5	0,922	
<b>Категорија задатака 2</b>				
<b>Покушавање и мењање стратегије</b>				
Р.Б. ставке из упитника	% слагања процена		Кохенов Капа коефицијент	
1.1.	да) 93,1	не) 6,9	1	
1.2	а) 31 б) 37,9 в) 13,8		0,849	
1.3	а) 48,3 б) 3,4 в) 37,9		0,943	
1.4		да	не	
	а)	24,1	59,6	0,794
	б)	27,6	48,3	0,684
	в)	58,6	27,6	0,866
г)	31	44,8	0,688	
2.1.	да) 55,2	не) 37,9	0,858	
2.2.	а) 41,4 б) 10,3 в) 0		0,831	
3.1.	да) 96,6	не) 3,4	1	
3.2.	а) 0 б) 48,3 в) 24,1		0,697	
3.3.	а) 3,4 б) 72,4 в) 13,8		1	
4.1.	да) 86,2	не) 10,3	0,838	
4.2.	а) 6,9 б) 31 в) 34,5		0,746	
5.1.	а) 96,6	не) 3,4	1	
5.2.	а) 48,3 б) 41,4 в) 3,4		0,874	

<b>Праћење кода и евалуација</b>				
1.1.	а) 10,3 б) 44,8 в) 44,8			1
1.2. 24,1		да	не	
	а)	37,9	37,9	1
	б)	62,1	10,3	0,934
2.1.	да) 82,8		не) 10,3	0,710
2.2.	а) 6,9			0,598
	б) 48,3			
	в) 10,3			
3.1.	а) 13,8			0,827
	б) 72,4			
	в) 3,4			
<b>Понављање циља</b>				
1.1.	да) 17,2		не) 79,3	0,888
2.1.	да) 31		не) 58,6	0,779
<b>Исказивање несигурности</b>				
1.1.	да) 44,8		не) 48,3	0,863
<b>Разумевање петљи</b>				
1.1.	а) 27,6			0,839
	б) 41,4			
	в) 20,7			
2.1.	а) 17,2			0,887
	б) 48,3			
	в) 27,6			
2.2.		да	не	
	а)	62,1	20,7	0,585
	б)	55,2	34,5	0,784
	в)	27,6	48,3	0,511 p=0,003
3.1.	а) 48,3			0,940
	б) 41,4			
	в) 6,9			
<b>Тражење другог решења</b>				
1.1.	а) 17,2			0,892
	б) 41,4			
	в) 34,5			
2.1.	а) 41,2			0,945
	б) 37,9			
	в) 17,2			
2.2.	а) 13,8			0,834
	б) 41,4			
	в) 34,5			
2.3.	а) 65,5			0,69
	б) 10,3			
	в) 10,3			
3.1.	а) 13,8			0,886
	б) 31			
	в) 48,3			

Категорија задатака 3				
Покушавање и мењање стратегије				
Р.Б. ставке из упитника	% слагања процена			Кохенов Капа коефицијент
1.1.	да) 96,6	не) 3,4		1
1.2	а) 10,3 б) 37,9 в) 24,1			0,633
1.3	а) 3,4 б) 10,3 в) 86,2			1
1.4		да	не	
	а)	51,7	27,6	0,658
	б)	31	44,8	0,605
	в)	13,8	72,4	0,714
	г)	79,3	0	0,229 p=0,072
2.1.	да) 72,4	не) 24,1		0,910
2.2.	а) 69 б) 3,4 в) 0			0,920
3.1.	да) 96,6	не) 3,4		1
3.2.	а) 0 б) 65,5 в) 10,3			0,476 p=0,001
3.3.	а) 3,4 б) 79,3 в) 3,4			0,630
4.1.	да) 96,6	не) 3,4		1
4.2.	а) 3,4 б) 72,4 в) 10,3			0,743
5.1.	а) 93,1	не) 3,4		0,651
5.2.	а) 10,3 б) 82,8 в) 3,4			0,874
Праћење кода и евалуација				
1.1.	а) 3,4 б) 69 в) 24,1			0,920
1.2. 24,1		да	не	
	а)	37,9	37,9	1
	б)	62,1	10,3	0,934
2.1.	да) 86,2	не) 6,9		0,633
2.2.	а) 0 б) 58,6 в) 6,9			0,388 p=0,01
3.1.	а) 3,4 б) 75,9 в) 3,4			0,370 P=0,012

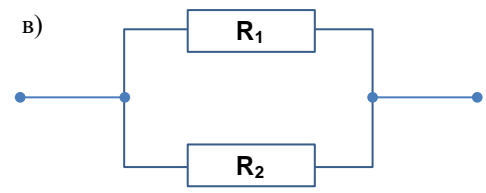
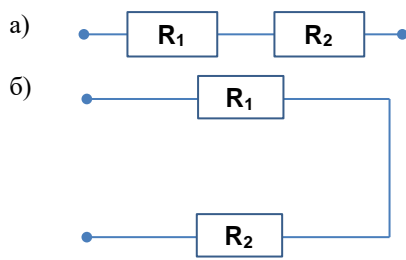
Понављање циља				
1.1.	да) 31	не) 65,5	0,922	
2.1.	да) 31	не) 51,7	0,640	
Исказивање несигурности				
1.1.	да) 58,6	не) 34,5	0,854	
Тражење другог решења				
1.1.	а) 24,1 б) 58,6 в) 13,8			0,938
1.2.	а) 13,8 б) 48,3 в) 31			0,885
1.3.	а) 82,8 б) 3,4 в) 3,4			0,582
2.1	а) 10,3 б) 41,4 в) 41,4			0,885
Разумевање угњедених петљи				
1.1.	а) 6,9 б) 62,1 в) 27,6			0,931
2.1.	а) 3,4 б) 69 в) 17,2			0,744
3.1.	а) 6,9 б) 69 в) 24,1			1
3.2.		да	не	
3,4%	а)	55,2	20,7	0,585
	б)	41,4	24,1	0,421; p=0,009
	в)	55,2	34,5	0,87
	г)	55,2	24,1	0,661
	д)	31	44,8	0,619
4.1.	а) 44,8 б) 34,5 в) 10,3			0,890
5.1.	а) 31 б) 34,5 в) 24,1			0,898
6.1.	а) 3,4 б) 51,7 в) 34,5			0,812

Прилог 4.5.2-1: Иницијални тест за проверу концептуалног разумевања ученика

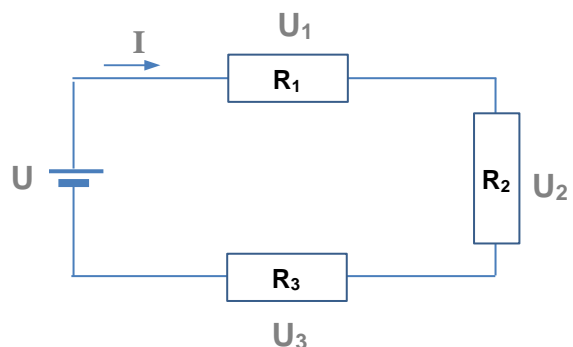
**ТЕСТ**

Овим тестом проверавамо твоје разумевање Омовог закона и везивања отпорника. Тест служи за истраживачке сврхе и самим тим је анониман. Због тога што је истраживачу веома битно да увиди колико знаш, потребно је да детаљно прочиташ сваки задатак и покушаш да одговориш на сваки. Хвала ти на сарадњи!

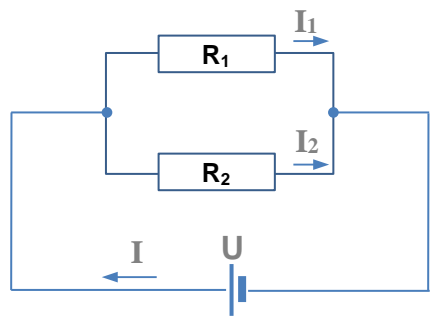
1. Повећањем вредности отпора, повећава се и вредност струје.  
а) да б) не в) не знам
2. Издвој тачан образац за израчунавање електричне струје:  
а)  $I=U/R$  б)  $I=U \cdot R$  в)  $I=R/U$  г) не знам
3. Редним везивањем отпорника се повећава отпорност.  
а) да б) не в) не знам
4. Одреди које од наведених кола приказаних на слици представља коло са паралелно везаним отпорницима.



5. Одреди који од наведених израза важи за израчунавање еквивалентне отпорности код **паралелно** везаних отпорника.  
а)  $R_e = R_1 + R_2 + \dots + R_n$  б)  $1/R_e = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_n$  в)  $R_e = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2}$  г) не знам
6. Код **редно** везаних отпорника важи да је:  
а)  $U = U_1 = U_2 = U_n$  б)  $I = I_1 = I_2 = I_n$  в) не знам
7. За приказано коло на слици израчунај еквивалентну вредност отпора  $R_e$  ако је  $R_1 = 15\Omega$ ,  $R_2 = 10\Omega$ ,  $R_3 = 15\Omega$  и укупан напон  $U = 60V$ . Израчунати вредност појединачних напона  $U_1$ ,  $U_2$  и  $U_3$  и вредност струје  $I$ .



8. За приказано коло на слици израчунај еквивалентну вредност отпорника  $R_e$  и вредности струја  $I$  и  $I_2$  ако је  $U = 10V$ ,  $I_1 = 1A$ ,  $R_1 = 10\Omega$ ,  $R_2 = 10\Omega$ .

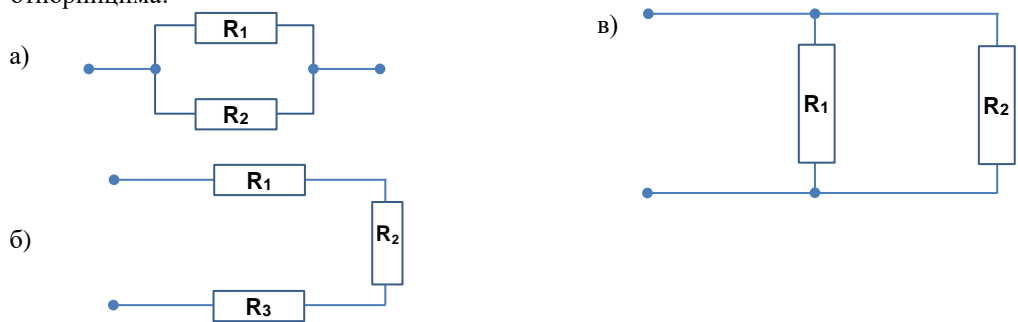


Прилог 4.5.2-2: Финални тест за проверу концептуалног разумевања ученика

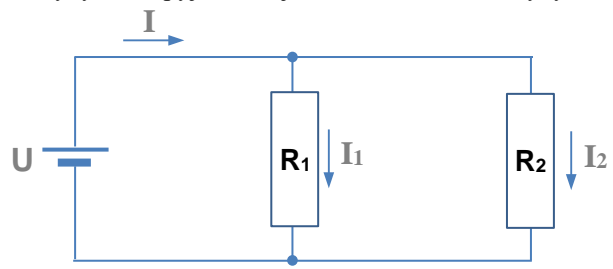
ТЕСТ

Овим тестом проверавамо твоје разумевање Омовог закона и везивања отпорника. Тест служи за истраживачке сврхе и самим тим је анониман. Због тога што је истраживачу веома битно да увиди колико знаш, потребно је да детаљно прочиташ сваки задатак и покушаш да одговориш на сваки. Хвала ти на сарадњи!

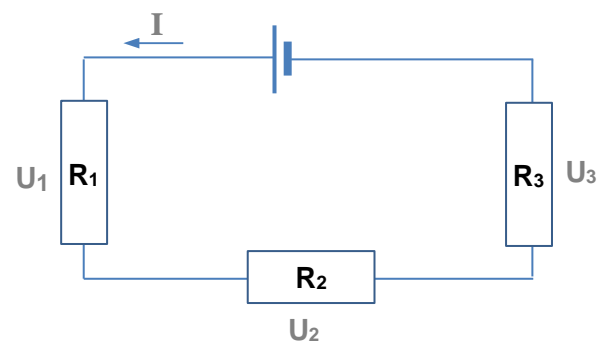
1. Смањењем вредности отпора, смањује се и вредност струје.  
а) да   б) не   в) не знам
2. Издвој тачан образац за израчунавање електричног напона:  
а)  $U=I/R$    б)  $U=I \cdot R$    в)  $U=R/I$    г) не знам
3. Код **паралелно** везаних отпорника укупна еквивалентна отпорност увек је већа од вредности појединачних отпора.  
а) да   б) не   в) не знам
4. Одреди које од наведених кола приказаних на слици представља коло са **редно** везаним отпорницима.



5. Одреди који од наведених израза важи за израчунавање еквивалентне отпорности код два **редно** везана отпорника.  
а)  $R_e = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2}$    б)  $R_e = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$    в)  $R_e = R_1 + R_2$    г) не знам
6. Код **паралелно** везаних отпорника важи да је:  
а)  $U=U_1=U_2=U_n$    б)  $I=I_1=I_2=I_n$    в) не знам
7. За приказано коло на слици израчунај еквивалентну вредност отпора  $R_e$ , појединачних струја  $I_1$ ,  $I_2$  и укупне струје  $I$ , ако је  $R_1=20\Omega$ ,  $R_2=20\Omega$  и укупан напон  $U=24V$ .



8. За приказано коло на слици израчунај вредност отпорника  $R_3$  и појединачне напоне на крајевима отпорника  $U_1$ ,  $U_2$  и  $U_3$ , ако је  $U=40V$ ,  $R_1 = 5\Omega$ ,  $R_2 = 5\Omega$ ,  $R_e=20\Omega$ .



## Прилог 4.5.2-3: Иницијални упитник за процену употребе (мета)когнитивних стратегија

УПИТНИК<sup>1</sup>

Овим упитником проверавамо на који начин учиш. Упитник је анониман и користиће се искључиво у истраживачке сврхе. Молимо те да будеш искрен/а!

Пажљиво прочитај сваку реченицу и бројевима од 1 до 7 оцени колико се оне односе на тебе и начин на који ти учиш. Бројеви значе следеће:

1 - не слажем се

4 – нисам сигуран/на

7 - у потпуности се слажем

Пол: мушки      женски

Укупна просечна оцена на полугодишту: \_\_\_\_

Просечна оцена из физике: \_\_\_\_

Искази	Скала
1. Када читам градиво, понављам садржај како бих га запамтио/ла.	1 2 3 4 5 6 7
2. Када учим памтим кључне речи које ће ме подсетити на садржај.	1 2 3 4 5 6 7
3. Када учим правим листу најважнијих ставки и ту листу памтим.	1 2 3 4 5 6 7
4. Када учим више пута читам садржај из књиге и белешака.	1 2 3 4 5 6 7
5. Када учим трудим се да идеје препричавам својим речима.	1 2 3 4 5 6 7
6. Када учим покушавам да садржај који учим повежем са садржајем из другог предмета.	1 2 3 4 5 6 7
7. Када учим покушавам да ново градиво повежем са оним што већ знам.	1 2 3 4 5 6 7
8. Када учим сумирам главне идеје из садржаја.	1 2 3 4 5 6 7
9. Када учим подвлачим важне идеје како бих олакшао/ла учење.	1 2 3 4 5 6 7
10. Када учим креирам дијаграме или табеле да организујем садржај.	1 2 3 4 5 6 7
11. Када учим неки садржај трудим се да развијем своје идеје о томе.	1 2 3 4 5 6 7
12. Док читам или слушавам излагање или закључак нечега, размишљам о другим могућим решењима.	1 2 3 4 5 6 7
13. Када учим или слушавам о неким идејама увек се трудим да их проверим.	1 2 3 4 5 6 7
14. Док учим постављам себи питања како бих се уверио/ла да ли сам научио/ла садржај.	1 2 3 4 5 6 7
15. Пре него што почнем да учим утврђујем шта треба да научим.	1 2 3 4 5 6 7
16. Дешава ми се да док учим не разумем сврху тога што треба да научим.	1 2 3 4 5 6 7
17. Док учим често приметим да ми мисли одлутају.	1 2 3 4 5 6 7
18. Када учим постављам себи питања како бих усмерио/ла учење.	1 2 3 4 5 6 7
19. Када ми неки део садржаја није јасан, враћам се више пута на њега.	1 2 3 4 5 6 7
20. Када приметим да ми није јасно то што учим мењам начин на који читам садржај.	1 2 3 4 5 6 7
21. Пре него што почнем да учим значи ми да видим како је материјал организован.	1 2 3 4 5 6 7
22. Док учим трудим се утврдим шта ми није јасно.	1 2 3 4 5 6 7
23. Пре него што почнем да учим постављам себи циљеве учења.	1 2 3 4 5 6 7
24. Док радим задатке могу да пратим начин на који долазим до решења.	1 2 3 4 5 6 7

<sup>1</sup> Упитник је креиран за потребе истраживања Биљане Кузмановић, студента 2. године докторских студија на Педагошком факултету у Сомбору, Универзитета у Новом Саду

Прилог 4.5.2-4: Финални упитник за процену употребе (мета)когнитивних стратегија приликом употребе три различита софтвера

УПИТНИК

Овим упитником проверавамо на који начин си користио/ла софтвер за учење Омовог закона и везивање отпорника. Упитник је анониман и користиће се искључиво у истраживачке сврхе. Молимо те да будеш искрен/а!

Пажљиво прочитај сваку реченицу и бројевима од 1 до 7 оцени колико се оне односе на тебе и начин на који си учио ову лекцију употребом софтвера. Бројеви значе следеће:

1 - не слажем се

4 – нисам сигуран/на

7 - у потпуности се слажем

Искази	Скала
1. При употреби софтвера понављао/ла сам теоријске основе више пута како бих их запамтио/ла.	1 2 3 4 5 6 7
2. При употреби софтвера памтио/ла сам кључне речи које ће ме подсетити на садржај који треба да користим у симулацији.	1 2 3 4 5 6 7
3. При употреби софтвера правило/ла сам листу најважнијих ставки и ту листу памтио/ла.	1 2 3 4 5 6 7
4. При употреби софтвера више пута сам читао/ла теоријске основе.	1 2 3 4 5 6 7
5. При употреби софтвера, трудио/ла сам се да идеје о којима учим употребом софтвера препричавам својим речима.	1 2 3 4 5 6 7
6. При употреби софтвера покушавао/ла сам да садржај који учим кроз употребу софтвера повежем са садржајем из другог предмета.	1 2 3 4 5 6 7
7. При употреби софтвера покушавао/ла сам да ново градиво које учим употребом софтвера повежем са оним што већ знам.	1 2 3 4 5 6 7
8. При употреби софтвера, издвајао/ла сам главне идеје из садржаја које софтвер покрива.	1 2 3 4 5 6 7
9. При употреби софтвера писао/ла сам важне идеје како бих олакшао/ла решавање задатака.	1 2 3 4 5 6 7
10. При употреби софтвера креирао/ла сам дијаграме или табеле да бих организовао/ла садржај и/или решио/ла задатке.	1 2 3 4 5 6 7
11. При употреби софтвера трудио/ла сам се да развијем своје идеје о садржају коју учим кроз софтвер.	1 2 3 4 5 6 7
12. При употреби софтвера и долазио/ла до закључака, размишљао/ла сам о другим могућим решењима.	1 2 3 4 5 6 7
13. При употреби софтвера проверавао/ла сам својим рачуном мерења која показује софтвер.	1 2 3 4 5 6 7
14. При употреби софтвера постављао/ла сам себи питања како бих се уверио/ла да ли сам схватио/ла садржај који сам учио/ла кроз употребу софтвера.	1 2 3 4 5 6 7
15. Пре него што сам почео/ла да користим софтвер утврдио/ла сам шта треба да научим кроз употребу тог софтвера.	1 2 3 4 5 6 7
16. При употреби софтвера нисам разумео/ла сврху тога што треба да научим.	1 2 3 4 5 6 7
17. При употреби софтвера приметио/ла сам да ми мисли често одлутају.	1 2 3 4 5 6 7
18. При употреби софтвера постављао/ла сам себи питања како бих усмерио/ла учење.	1 2 3 4 5 6 7
19. При употреби софтвера када ми неки део садржаја (објашњења, повратне информације, теоријске основе, начин рада симулације) није био јасан, враћао/ла сам се више пута на њега.	1 2 3 4 5 6 7
20. При употреби софтвера када сам приметио/ла да ми није јасно то што учим мењао/ла сам начин на који анализирам садржај који покрива софтвер.	1 2 3 4 5 6 7
21. Пре употребе софтвера значило ми је да видим како је садржај у софтверу организован.	1 2 3 4 5 6 7
22. При употреби софтвера трудио/ла сам се утврдим шта ми није јасно.	1 2 3 4 5 6 7
23. Пре употребе софтвера постављао/ла сам себи циљеве учења које треба да постигнем кроз употребу тог софтвера.	1 2 3 4 5 6 7
24. При употреби софтвера могао/ла сам да пратим начин на који долазимо до решења.	1 2 3 4 5 6 7



Прилог 4.5.2-5: Упитник за процену корисности повратних информација за групе ученика који су користили рачунарски подржане повратне информације

УПИТНИК

Овим упитником проверавамо како процењујеш учење уз помоћ софтвера за учење **Омовог закона и везивања отпорника**. Упитник је анониман и користиће се искључиво у истраживачке сврхе. Молимо те да будеш искрен/а!

Пажљиво прочитај сваку реченицу и бројевима од 1 до 7 оцени колико се оне односе на тебе. Бројеви значе следеће:

1 - не слажем се  
4 – нисам сигуран/на  
7 - у потпуности се слажем

Искази	Скала
1. Тестови које смо решавали у току часа су ми били корисни за боље разумевање градива.	1 2 3 4 5 6 7
2. Тестови које смо обрађивали кроз лекцију обухватили су све оно што је предвиђено за учење кроз дате симулације.	1 2 3 4 5 6 7
3. Сврха тестова у току лекције била је да усмери учење.	1 2 3 4 5 6 7
4. Тестови у току лекције су ми помогли да утврдим шта ми није јасно.	1 2 3 4 5 6 7
5. Тестови које смо радили кроз лекцију су били добро прилагођени.	1 2 3 4 5 6 7
6. Тестови у лекцији су ми помогли да разумем све појединачне делове садржаја (Омов закон, редно и паралелно везивање отпорника).	1 2 3 4 5 6 7
7. Тестови које смо радили током употребе симулација су унапредили моје учење.	1 2 3 4 5 6 7
8. Објашњења зашто моји одговори на тесту у софтверу <b>нису исправни</b> унапредили су моје разумевање.	1 2 3 4 5 6 7
9. Објашњења зашто су моји одговори на тесту у софтверу <b>тачни</b> учврстила су моје разумевање.	1 2 3 4 5 6 7
10.Значило ми је што сам имао/ла преглед задатака који су тачни и оних који нису.	1 2 3 4 5 6 7
11.Требала ми је помоћ приликом решавања тестова.	1 2 3 4 5 6 7
12.Објашњења приликом решавања тестова су ме збуњивала.	1 2 3 4 5 6 7
13.Лакше би ми било да сам учио/ла самостално, без повратних информација.	1 2 3 4 5 6 7

Прилог 4.5.2-6: Упитник за процену корисности повратних информација за групе ученика који су користили повратне информације од стране наставника

УПИТНИК

Овим упитником проверавамо како процењујеш учење уз помоћ софтвера за учење **Омовог закона и везивања отпорника**. Упитник је анониман и користиће се искључиво у истраживачке сврхе. Молимо те да будеш искрен/а!

Пажљиво прочитај сваку реченицу и бројевима од 1 до 7 оцени колико се оне односе на тебе. Бројеви значе следеће:

1 - не слажем се  
4 – нисам сигуран/на  
7 - у потпуности се слажем

Искази	Скала
1. Задаци које смо решавали у току часа су ми били корисни за боље разумевање градива.	1 2 3 4 5 6 7
2. Задаци које смо обрађивали кроз лекцију обухватили су све оно што је предвиђено за учење кроз дату симулацију.	1 2 3 4 5 6 7
3. Сврха задатака у току лекције била је да усмери учење.	1 2 3 4 5 6 7
4. Задаци које смо радили у току лекције су ми помогли да утврдим шта ми није јасно.	1 2 3 4 5 6 7
5. Задаци које смо радили кроз лекцију су били добро прилагођени.	1 2 3 4 5 6 7
6. Задаци у лекцији су ми помогли да разумем све појединачне делове садржаја (Омов закон, редно и паралелно везивање отпорника).	1 2 3 4 5 6 7
7. Задаци које смо радили током употребе симулација су унапредили моје учење.	1 2 3 4 5 6 7
8. Објашњења зашто моји задаци <b>нису исправни</b> унапредили су моје разумевање.	1 2 3 4 5 6 7
9. Објашњења зашто су моји задаци <b>тачни</b> учврстила су моје разумевање.	1 2 3 4 5 6 7
10. Значило ми је што је наставник давао објашњења за сваки задатак који смо радили кроз лекцију.	1 2 3 4 5 6 7
11. Требала ми је помоћ приликом решавања задатака.	1 2 3 4 5 6 7
12. Објашњења од стране наставника приликом решавања тестова су ме збуњивала.	1 2 3 4 5 6 7
13. Лакше би ми било да сам учио/ла самостално, без повратних информација од стране наставника.	1 2 3 4 5 6 7

### Биографија аутора

Биљана Ђорић (девојачко Кузмановић) је рођена 23. децембра 1990. године у Чачку у коме је завршила Основну школу „Др Драгиша Мишовић“, а потом и Машинско–саобраћајну школу – образовни профил: машински техничар за компјутерско конструисање.

Интегрисане академске студија техника и информатика уписала је школске 2009/2010. године на Техничком факултету (Факултету техничких наука у Чачку), Универзитета у Крагујевцу. Студије је завршила 4. јула 2014. Године одбранивши мастер рад из предмета Докимологија на тему „Саморегулација учења и школска успешност“, чиме је стекла звање мастер професор технике и информатике. У току студија је остварила просечну оцену 8,84.

Мастер академске студије техника и информатика за електронско учење на Факултету техничких наука у Чачку, Универзитета у Крагујевцу, које је уписала школске 2014/2015. године завршила је 14. јула 2016. године одбранивши мастер рад из предмета Инструкциони дизајн и развој е-курсева на тему "Имплементација теорија учења у дизајну е-курсева". У току студија је остварила просечну оцену 10.

Школске 2015/2016. године је уписала Докторске академске студије методика разредне наставе информатике на Педагошком факултету у Сомбору, Универзитет у Новом Саду.

Од октобра месеца 2014. године ангажована је на Факултету техничких наука у Чачку као стручни сарадник на Катедри за педагошко-техничке науке, а од фебруара 2015. као сарадник у настави. Јануара 2016. године изабрана је у звање асистента за ужу научну област Методика.

Од 2018. је учесник националног пројекта пројекта под називом "Учење и настава - проблеми, циљеви и перспективе" (Педагошки факултет Ужице, Универзитет у Крагујевцу).

У току 2018. била је учесник националног пројекта "Оснаживање компетенција студената – мастер професора технике и информатике за предузетничко образовање и подршку професионалном развоју ученика (МПТИПоПр)" у оквиру програмске активности "Развој високог образовања". Носилац пројекта је Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу.

Аутор је и коаутор преко 20 научних и стручних радова, као и два Универзитетска приручника.

Прилог 1

### Изјава о ауторству

Потписани: Биљана Ђорић

Број уписа: 15/25/001

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Моделу примене апликативног софтвера у основној школи и образовању будућих учитеља

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација ни у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис

Биљана Ђорић

У Сомбору, 12. 2. 2020. године

Прилог 2

**Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и дозвола за објављивање личних података**

Име и презиме: Биљана Ђорић

Број уписа: 15/25/001

Студијски програм: Методика разредне наставе информатике

Наслов рада: Модели примене апликативног софтвера у основној школи и образовању будућих учитеља

Ментор: проф. др Драган Ламбић, ванредни професор

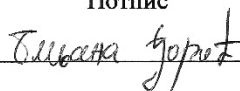
**Потписани**

Изјављујем да је штампана верзија докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао за објављивање на порталу Дигитална библиотека дисертација Универзитета у Новом Саду.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања 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 дисертација, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Новом Саду.

Потпис

  
\_\_\_\_\_

У Сомбору, 12.2.2020. године

### Изјава о коришћењу

Овлашћујем Централну библиотеку Универзитета у Новом Саду да у Дигиталну библиотеку дисертација Универзитета у Новом Саду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

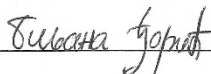
Модели примене апликативног софтвера у основној школи и образовању будућих учитеља

Дисертацију са свим прилозима предао сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталну библиотеку дисертација Универзитета у Новом Саду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце 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

Потпис

  
\_\_\_\_\_

У Сомбору, 12.2.2020 . године

## План третмана података

Назив пројекта/истраживања
Модели примене апликативног софтвера у основној школи и образовању будућих учитеља
Назив институције/институција у оквиру којих се спроводи истраживање
а) Педагошки факултет у Сомбору, Универзитет у Новом Саду б) в)
Назив програма у оквиру ког се реализује истраживање
/
1. Опис података
<p><b>1.1 Врста студије</b></p> <p><i>Укратко описати тип студије у оквиру које се подаци прикупљају</i> Подаци се прикупљају у области Методике разредне наставе информатике.</p> <p><b>1.2 Врсте података</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> а) квантитативни <input checked="" type="checkbox"/> б) квалитативни</p> <p><b>1.3. Начин прикупљања података</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> а) анкете, упитници, тестови б) клиничке процене, медицински записи, електронски здравствени записи в) генотипови: навести врсту _____ г) административни подаци: навести врсту _____ д) узорци ткива: навести врсту _____ <input checked="" type="checkbox"/> б) снимци, фотографије: навести врсту - видео снимци (формат .mov) е) текст, навести врсту _____ ж) мапа, навести врсту _____ з) остало: описати _____</p> <p><b>1.3 Формат података, употребљене скале, количина података</b></p> <p><b>1.3.1 Употребљени софтвер и формат датотеке:</b> Формат података: табеларан. Једна датотека има следеће димензије: 293 x 12 (одузима се део података за подузорок који није одговарао на део упитника - 146 x 9). Коришћене су интервалне скале. Количина унетих података: 2202 Друга датотека има следеће димензије: 29 x 412. Коришћене су номиналне и категоричке скале. Количина унетих података: 11 948 Трећа датотека има следеће димензије: 168 x 138. Коришћене су интервалне скале. Количина унетих података: 23 184 – 624 (за ученике који нису попуњавали анкету) = 22560</p> <p>а) Excel фајл, датотека _____ <input checked="" type="checkbox"/> б) SPSS фајл, датотека : IBM SPSS Version 20, SPSS Version 25, екстензија .sav с) PDF фајл, датотека _____ д) Текст фајл, датотека _____ е) JPG фајл, датотека _____ ф) Остало, датотека _____</p> <p><b>1.3.2. Број записа (код квантитативних података)</b></p> <p>а) број варијабли Дисертација садржи 3 истраживања. За прву студију је коришћено 19 варијабли (независне: разред; зависне: број задатака, 16 исказа на скали процене ставова, 1 варијабла као просечна вредност процена)</p>

За другу студију је коришћено 409 варијабли + пол ученика и просечне оцене. Зависне варијабле су чиниле скуп очекиваних понашања приликом решавања задатака, а то су грешке које су ученици правили у све три категорије задатака (укупно девет типова грешака); самосталност у проналажењу аналогја и грешака; време прављења грешака (у почетним задацима, каснијим задацима и увек); разноликост грешака (исте, другачије и исте и другачије); решавање задатака случајним погађањем; број покушаја решавања задатака случајним покушајима; промена корака приликом решавања проблема, разумевање промене корака; евалуација коментарисањем и самосталност у томе; демонстрација планираних корака, самосталност у томе и тачност; одређивање броја понављања петљи, броја блокова „понављај“; одређивање потребног броја блокова „понављај“; лоцирање блока „понављај“, употреба комбинованог, секвенцијалног решења и решавање задатка применом угњевдених петљи; разумевање односа између блокова; тражење новог решења и самосталност у томе; број покушаја примене новог решења; приступање другом решењу без захтева.

За трећу студију је коришћена 91 варијабла које су категорисане као независне и зависне варијабле. Независне варијабле: резултат са иницијалног тестирања (8 ставки + укупан скор) и процена употребе (мета)когнитивних стратегија (24 ставке, пет категорија - укупан скор за свих пет категорија); група ученика; оцена вредновања наставничке професије. Зависне варијабле: резултати на финалном тесту концептуалног разумевања (8 задатака + укупан скор), процене употребе когнитивних и метакогнитивних стратегија приликом употребе различитих типова софтвера (24 ставке, пет категорија - укупан скор за свих пет категорија); процена ставова према повратним информацијама након интервенције (13 ставки + укупан скор).

б) број мерења (испитаника, процена, снимака и сл.) Дисертација садржи 3 истраживања. У првој студији је учествовало 293 ученика, другој 29 и трећој укупно 168 испитаника (за одређене резултате у оквиру исте студије је овај узорак мањи).

### 1.3.3. Поновљена мерења

а) да

б) не

Уколико је одговор да, одговорити на следећа питања:

а) временски размак између поновљених мера је приближно 4 недеље

б) варијабле које се више пута мере односе се на проверу концептуалног разумевања ученика пре и после интервенције; процену употребе (мета)когнитивних стратегија

в) нове верзије фајлова који садрже поновљена мерења су именоване као \_\_\_\_\_

Напомене: \_\_\_\_\_

*Да ли формати и софтвер омогућавају дељење и дугорочну валидност података?*

а) Да

б) Не

*Ако је одговор не, образложити* \_\_\_\_\_

## 2. Прикупљање података

### 2.1 Методологија за прикупљање/генерисање података

#### 2.1.1. У оквиру ког истраживачког нацрта су подаци прикупљени?

а) експеримент, навести тип: експеримент са паралелним групама

б) корелационо истраживање, навести тип \_\_\_\_\_

ц) анализа текста, навести тип \_\_\_\_\_

д) остало, навести шта: квалитативна и квантитивна анализа података на основу видео опсервација

#### 2.1.2 Навести врсте мерних инструмената или стандарде података специфичних за одређену научну дисциплину (ако постоје).

Коришћени мерни инструменти: нестандардизовани тестови провере знања (иницијални и финални); нестандардизовани анкетни упитници (иницијални, финални)

### 2.2 Квалитет података и стандарди

#### 2.2.1. Третман недостајућих података



а) Да ли матрица садржи недостајуће податке?  Да  Не

Ако је одговор да, одговорити на следећа питања:

а) Колики је број недостајућих података? 49 укупно (за варијабле коришћене у истраживању)

б) Да ли се кориснику матрице препоручује замена недостајућих података? Да  Не

в) Ако је одговор да, навести сугестије за третман замене недостајућих података

2.2.2. На који начин је контролисан квалитет података? Описати

За коришћене инструменте у истраживању који су садржали подскеле или више категорија проверена је интерна конзистентност целокупног инструмента. За случај опсервација рађене су статистичке анализе сагласности између процена више опсервера како би се обезбедила поузданост инструмента. Сваки инструмент за сваког ученика појединачно је додељен редни број како би се обезбедило праћење резултата са иницијалног и финалног тестирања (анкетирања). Исти редни број је важио за све инструменте који су садржали податке једног ученика. Пошто су подаци анонимни, неопходно је било доделити редне бројеве и инструментима који су се користили у другим студијама дисертације. У бази су најпре формиране потребне варијабле, извршена су потребна подешавања и дефинисани типови варијабли. Категоричке и номиналне варијабле су шифроване (вредности 0,1,2,3...) у зависности од природне податка, а подаци са скала процена су унети као бројчане вредности које су ученици одабрали. За сваку подскалу (категорију) израчунате су средње вредности на основу броја исказа који су били обухваћени. Постигнуће ученика на тестирањима дефинисано је бројем бодова.

2.2.3. На који начин је извршена контрола уноса података у матрицу?

Контрола уноса података је праћена на више начина. У оквиру дескриптивних анализа коришћене су максималне и минималне вредности како би се утврдило евентуално одступање за податке који су погрешно унети (нпр. ако је унет број 44 уместо 4 и сл.). Провера се такође вршила на основу добијених средњих вредности и броја случајева који недостају (у случају да неки подаци грешком нису унети). Уколико би се појавила одступања у великом броју података, случајеви су сортирани како би се издвојили они са погрешно унетим вредностима. Пошто су инструменти били нумерисани, било је могуће вратити се на сваки појединачан случај, проверити унос за све ученике и извршити корекције према потреби. У случају да ученици нису дали одговоре на све исказе, SPSS их је искључивао из узорка за обраду података.

### 3. Третман података и пратећа документација

3.1. Третман и чување података

3.1.1. Подаци ће бити депоновани у *open.ups.ac.rs* репозиторијум.

3.1.2. URL адреса \_\_\_\_\_

3.1.3. DOI \_\_\_\_\_

3.1.4. Да ли ће подаци бити у отвореном приступу?

а) Да

б) Да, али после ембарга који ће трајати до \_\_\_\_\_

в)  Не

Ако је одговор не, навести разлог:

Базе података за истраживања садрже неискоришћене податке које је потребно накандно обрадити и резултате објавити у научним часописима. Део обрађених резултата још увек нису објављени у научним часописима.

3.1.5. Подаци неће бити депоновани у репозиторијум, али ће бити чувани.

Образложење

3.2 Метаподаци и документација података

3.2.1. Који стандард за метаподатке ће бити примењен? \_\_\_\_\_

3.2.1. Навести метаподатке на основу којих су подаци депоновани у репозиторијум.

\_\_\_\_\_

Ако је потребно, навести методе које се користе за преузимање података, аналитичке и процедуралне информације, њихово кодирање, детаљне описе варијабли, записа итд.

3.3 Стратегија и стандарди за чување података

- 3.3.1. До ког периода ће подаци бити чувани у репозиторијуму? \_\_\_\_\_
- 3.3.2. Да ли ће подаци бити депоновани под шифром? Да Не
- 3.3.3. Да ли ће шифра бити доступна одређеном кругу истраживача? Да **Не**
- 3.3.4. Да ли се подаци морају уклонити из отвореног приступа после извесног времена?  
Да **Не**  
Образложити

#### 4. Безбедност података и заштита поверљивих информација

Овај одељак МОРА бити попуњен ако ваши подаци укључују личне податке који се односе на учеснике у истраживању. За друга истраживања треба такође размотрити заштиту и сигурност података.

##### 4.1 Формални стандарди за сигурност информација/података

Истраживачи који спроводе испитивања с људима морају да се придржавају Закона о заштити података о личности ([https://www.paragraf.rs/propisi/zakon\\_o\\_zastiti\\_podataka\\_o\\_licnosti.html](https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_podataka_o_licnosti.html)) и одговарајућег институционалног кодекса о академском интегритету.

4.1.2. Да ли је истраживање одобрено од стране етичке комисије? Да **Не**

Ако је одговор Да, навести датум и назив етичке комисије која је одобрила истраживање

4.1.2. Да ли подаци укључују личне податке учесника у истраживању? Да **Не**

Ако је одговор да, наведите на који начин сте осигурали поверљивост и сигурност информација везаних за испитанике:

- a) Подаци нису у отвореном приступу
- b)** Подаци су анонимизирани
- ц) Остало, навести шта

#### 5. Доступност података

##### 5.1. Подаци ће бити

a) јавно доступни

б) доступни само уском кругу истраживача у одређеној научној области

**в)** затворени

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести под којим условима могу да их користе:

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести на који начин могу приступити подацима:

##### 5.4. Навести лиценцу под којом ће прикупљени подаци бити архивирани.

Ауторство – некомерцијално – без прераде.

#### 6. Улоге и одговорност

##### 6.1. Навести име и презиме и мејл адресу власника (аутора) података

Биљана Ђорић, [biljana.djoric@ftn.kg.ac.rs](mailto:biljana.djoric@ftn.kg.ac.rs)

##### 6.2. Навести име и презиме и мејл адресу особе која одржава матрицу с подацима

Биљана Ђорић, [biljana.djoric@ftn.kg.ac.rs](mailto:biljana.djoric@ftn.kg.ac.rs)

##### 6.3. Навести име и презиме и мејл адресу особе која омогућује приступ подацима другим истраживачима