

АЛФА БК УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
ФАКУЛТЕТ ЗА МАТЕМАТИКУ И РАЧУНАРСКЕ НАУКЕ



**ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО  
FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА**

Ментор:  
Проф. др Небојша М. Денић

Кандидат:  
Драган М. Златковић, МА

Коментор:  
Проф. др Марија Пауновић

Београд, 2022. године

ALFA BK UNIVERSITY BELGRADE  
FACULTY OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCES



**IMPLEMENTATION OF ADAPTIVE MOODLE LMS WITH  
ADJUSTMENTS OF THE FELDER-SILVERMAN MODEL OF  
LEARNING STYLES**

**PhD THESIS**

**Mentor:**  
Nebojsa M. Denic, PhD

**Candidate:**  
Dragan M. Zlatkovic, MSc

**Co-Mentor:**  
Marija Paunovic, PhD

Belgrade, 2022.

*мојој Ленки*

## **Захвалница**

*Захваљујем се Већу за последипломске студије Алфа БК Универзитета, члановима Комисије за оцену научне заснованости и подобности пријављене теме докторске дисертације и члановима Комисије за оцену и јавну одбрану докторске дисертације, као и Студентској служби на професионалној и стручној сарадњи током мојих докторских студија и израде докторске дисертације.*

*Посебно се захваљујем ментору проф. др Небојши Денићу и коментору проф. др Марији Пауновић на правовременим, конкретним и квалитетним саветима и упуштвима која су ми у великој мери помогли да на најбољи начин сагледам и реализујем поједина поглавља у дисертацији.*

*Такође се захваљујем мојим родитељима, оцу Мирољубу и мајци Мили као и кћерки Ленки на подршци и разумевању током мојих докторских студија.*

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

**КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА**

Редни број, <b>РБР:</b>	№ 1010, 23. мај 2022. године
Идентификациони број, <b>ИБР:</b>	№ 6904/2018
Тип документације, <b>ТД:</b>	Монографска документација
Тип записа, <b>ТЗ:</b>	Текстуални штампани материјал
Врста рада, <b>ВР:</b>	Докторска дисертација
Аутор, <b>АУ:</b>	Драган М. Златковић, МА
Ментор, <b>МН:</b>	др Небојша М. Денић, ванредни професор, Универзитет у Приштини, Природно-математичког факултета, Косовска Митровица
Наслов рада, <b>НР:</b>	<b>Имплементација адаптивног Moodle LMS прилагођавањем стилова учења по Fedler - Silverman моделу</b>
Језик публикације, <b>ЈП:</b>	Српски
Језик извода, <b>ЈИ:</b>	Српски и енглески
Земља публикавања, <b>ЗП:</b>	Република Србија
Уже географско подручје, <b>УГП:</b>	Град Београд
Година, <b>ГО:</b>	2022.
Издавач, <b>ИЗ:</b>	Алфа БК Универзитет у Београду Факултет за математику и рачунарске науке
Место и адреса; <b>МА:</b>	Београд, ул. Палмира Тољатија бр. 3
Физички опис рада, <b>ФО:</b>	Страна: 222 Поглавља: 7+2 (Увод и Закључак) Референци: 189 Табела: 40 Слика: 27 Графикона: 19 Прилога: 20
Образовно-научно поље, <b>ОНП:</b>	Природно-математичке науке
Научна област, <b>НО:</b>	Рачунарске науке
Ужа научна област, <b>УНО:</b>	Рачунарство
Чува се, <b>ЧУ:</b>	Библиотека Алфа БК Универзитета у Београду
Важна напомена, <b>ВН:</b>	Аутор докторске дисертације потписао је следеће Изјаве: 1. Изјава о ауторству; 2. Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације; и 3. Изјава о коришћењу. Ове Изјаве се чувају на универзитету у штампаном и електронском облику.-
Сажетак (апстракт или резиме) на језику публикације, <b>СА:</b>	Страна: v
Предметна одредница/Кључне речи, <b>ПО/КР:</b>	Страна: v
Датум прихватања теме, <b>ДП:</b>	№ 2167, 26. новембар 2021. године
Датум одбране, <b>ДО:</b>	
Чланови комисије за оцену и јавну одбрану докторске дисертације, <b>КО:</b>	Председник: <b>др Александар Закић</b> , доцент, Алфа БК Универзитет у Београду, Факултет информacionих технологија
	Члан/Ментор: <b>др Небојша Денић</b> , ванредни професор, Универзитет у Приштини, Природно-математички факултет у Косовској Митровици
	Члан/Коментор: <b>др Марија Пауновић</b> , доцент, Универзитет у Крагујевцу, Факултет за хотелијерство и туризам – Врњачка Бања
	Члан: <b>др Маријана Видас Бубања</b> , редовни професор, Алфа БК Универзитет у Београду, Факултет за финансије банкарство и ревизију
	Члан: <b>др Иван Павков</b> , доцент, Алфа БК Универзитет у Београду, Факултет за математику и рачунарске науке

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

**KEY WORD DOCUMENTATION**

Accession number, <b>ANO</b> :	№ 1010, 23 May 2022
Identification number, <b>INO</b> :	№ 6904/2018
Document type, <b>DT</b> :	Monographic publication
Type of record, <b>T3</b> :	Textual material, printed
Contents code, <b>CC</b> :	PhD thesis
Author, <b>AU</b> :	Dragan M. Zlatkovic, MSc
Mentor, <b>MN</b> :	Nebojsa M. Denic, PhD, Associate Professor, University of Pristina, Faculty of Natural Sciences in Kosovska Mitrovica
Title, <b>TI</b> :	<b>Implementation of adaptive Moodle LMS with adjustments of the Fedler – Silverman model of learning styles</b>
Language of text, <b>LT</b> :	Serbian language (Cyrillic script)
Language of Abstract, <b>LA</b> :	Serbian and English
Country of publication, <b>CP</b> :	Republic of Serbia
Locality of publication, <b>LP</b> :	City of Belgrade
Publication year, <b>PY</b> :	2022.
Publisher, <b>PB</b> :	Alfa BK University – Belgrade Faculty of mathematics and computer sciences
Publication place and address, <b>PP</b> :	Belgrade, 3 Palmira Toljatija St.
Physical description, <b>PD</b> :	Pages: 222 Chapters: 7+2 References: 189 Tables: 40 Illustrations: 27 Graphs: 19 Appendices: 20
Scientific field of education, <b>SFE</b> :	Natural and Mathematical Sciences
Scientific field, <b>SF</b> :	Computer Sciences
Narrow scientific field, <b>NSF</b> :	Computer use
Holding data, <b>HD</b> :	Alfa BK University Library
Note, <b>N</b> :	The author of PhD dissertation has signed the following Statements: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Statement of the Authority;</li> <li>2. Statement that the printed and electronic version of doctoral dissertation are identical; and</li> <li>3. Statement on copyright licences.</li> </ol> Those Statements in the paper and electronic versions are kept at the University.-
Abstract, <b>AB</b> :	Page: vi
Subject/Key words, <b>S/KW</b> :	Page: vi
Accepted by the Scientific Board on, <b>ASB</b> :	№ 2167, on 26 November 2021
Defended on, <b>DE</b> :	
Evaluation and Defending Board, <b>EDB</b> :	
President:	<b>Aleksandar Zakic, PhD</b> – assistant professor, Alfa BK University – Belgrade, Faculty of Informtation Technology
Member/Mentor:	<b>Nebojsa M. Denic, PhD</b> - associate professor, University of Pristina, Faculty of Natural Sciences in Kos. Mitrovica
Member/Co-Mentor:	<b>Marija Paunovic, PhD</b> - assistant professor, University of Kragujevac, Faculty of Hotel Management and Turism, Vrnjacka Banja
Member:	<b>Marijana Vidas Bubanja, PhD</b> – full professor, Alfa BK University – Belgrade, Faculty of finance, banking and revision
Member:	<b>Ivan Pavkov, PhD</b> – assistant professor, Alfa BK University – Belgrade, Faculty of mathematics and computer sciences

## ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ

### САЖЕТАК

Е-учење, као сложен систем, обухвата учење на даљину, наставне материјале у различитим формама и облицима, групне и индивидуалне процесе учења, као и интерактивни и турски рад. Да би се повећала ефективност система за е-учење, потребно је пре свега размотрити својства студената и њихове стилове учења. На основу података прикупљених на различите начине, методама истраживања путем упитника за утврђивање индекса стилова учења (ILS), коришћењем система за управљањем учењем Moodle LMS-а, на основу субјективне процене предметних наставника, као и на основу података из пословног информационог система, утврђују се афинитети студената. Затим се на основу ових информација врши адаптација, процес који прилагођава рад Moodle LMS-а на основу стилова учења појединаца. Примарни циљеви који се могу постићи прилагођавањем система е-учења су унапређење изгледа и делотворност курса, подршку у проналажењу података о наставном предмету, ефикасније претраживање и постављање резултата претраге у аспекту интересовања студената, као и повећање лојалности студената образовној установи.

**Кључне речи:** Е-учење, ILS упитник, стилови учења, Moodle LMS, прилагођавање.

## IMPLEMENTATION OF ADAPTIVE MOODLE LMS WITH ADJUSTMENTS OF THE FELDER-SILVERMAN MODEL OF LEARNING STYLES

### ABSTRACT

E-learning as a difficult structure contains distance learning, teaching resources in many forms and shapes, group and individual learning procedures, as well as interactive and tuition work. In order to increase the use and efficiency of e-learning systems, it is necessary to consider the individualities of students and their learning styles. Based on data collected in various ways, research methods Felder-Silverman Index of Learning Style Questionarie, using the Moodle LMS, based on the subjective valuation of teachers, as well as based on data from the corporate information system, the affinities of students are determined. Then, based on this information, an adaptation is made, a process that adjusts the work of the Moodle LMS based on the learning styles of the students. The major goals that can be achieved by adapting the e-learning system are to improve the appearance and effectiveness of the course, support in finding information about the concept, more efficient search and placement of search results in terms of student's interest, and rise students faithfulness to the educational institution.

**Key words:** e-Learning, ILS Questionarie, Learning Style, Moodle LMS, Adaptation.



## САДРЖАЈ

<b>УВОДНЕ НАПОМЕНЕ</b> .....	11
<b>ПРВО ПОГЛАВЉЕ</b> .....	14
1. МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА .....	14
1.1. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА .....	14
1.1.1. ОДРЕЂИВАЊЕ ПРЕДМЕТА ИСТРАЖИВАЊА .....	14
1.1.1.1. Теоријско одређење предмета истраживања .....	15
1.1.1.2. Операционално одређење предмета истраживања .....	15
1.1.1.2.1. Чиниоци садржаја предмета истраживања .....	15
1.1.1.3. Временско одређење предмета истраживања .....	16
1.1.1.4. Просторно одређење предмета истраживања .....	16
1.1.2. ЦИЉЕВИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ .....	17
1.1.3. ХИПОТЕЗЕ ОД КОЈИХ ЋЕ СЕ ПОЛАЗИТИ У ИСТРАЖИВАЊУ .....	20
1.1.4. ВАРИЈАБЛЕ .....	21
1.1.5. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА .....	22
1.1.6. ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС .....	23
1.1.6.1. Научна оправданост истраживања .....	23
1.1.6.2. Друштвена оправданост истраживања .....	24
<b>ДРУГО ПОГЛАВЉЕ</b> .....	25
2. СТИЛОВИ УЧЕЊА .....	25
2.1. УОБИЧАЈЕНИ МОДЕЛИ СТИЛОВА УЧЕЊА .....	27
2.1.1. DUNN&DUNN МОДЕЛ СТИЛА УЧЕЊА .....	28
2.1.2. КОЛБОВ МОДЕЛ СТИЛА УЧЕЊА .....	29
2.1.3. HONEY И MUMFORD МОДЕЛ СТИЛА УЧЕЊА .....	30
2.1.4. FELDER-SILVERMAN МОДЕЛ СТИЛА УЧЕЊА .....	31
2.2. ИМПЛИКАЦИЈЕ СТИЛОВА УЧЕЊА НА ОБРАЗОВАЊЕ .....	37
2.3. КРИТИКЕ И ИЗАЗОВИ СТИЛОВА УЧЕЊА .....	39
<b>ТРЕЋЕ ПОГЛАВЉЕ</b> .....	43
3. АДАПТИВНИ ОБРАЗОВНИ ХИПЕРМЕДИЈСКИ СИСТЕМИ .....	43
3.1. ПРЕГЛЕД АДАПТИВНИХ СИСТЕМА ЗА Е-УЧЕЊЕ .....	43

3.1.1. ПРИМЕРИ АДАПТИВНИХ СИСТЕМА Е-УЧЕЊА ПРИМЕЊЕНИХ У ПРАКСИ, ПРИМЕНОМ НЕКИХ ОД ТЕОРИЈСКИХ ПРИСТУПА АДАПТИВНОМ УЧЕЊУ .....	45
3.1.1.1. ALICE.....	45
3.1.1.2. COSMO .....	46
3.1.1.3. ЕЛЕКТРА .....	46
3.1.1.4. PLATO .....	46
3.1.1.5. е-ТРАСК.....	47
3.1.2. КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА РЕПРЕЗЕНТАТИВНИХ ПРИМЕРА АДАПТИВНИХ СИСТЕМА.....	47
3.1.2.1. АНА! 3.0 .....	48
3.1.2.2. ADAPT <sup>2</sup> .....	48
3.1.2.3. CS-383.....	49
3.1.2.4. INSPIRE .....	50
3.1.2.5. LSAS.....	50
3.1.2.6. LEARNFIT.....	51
3.1.2.7. MASPLANG .....	51
3.1.2.8. MANIC.....	52
3.1.2.9. TANGOW.....	52
3.1.2.10. еTEACHER .....	53
3.1.2.11. PROTUS 2.1 .....	53
3.1.2.12. WELSA.....	53
3.1.2.13. iWEAVER.....	54
3.1.2.14. WHRULE 2.0 .....	54
<b>ЧЕТВРТО ПОГЛАВЉЕ.....</b>	<b>58</b>
<b>4. ПРИЛАГОДЉИВОСТ У СИСТЕМИМА ЗА Е-УЧЕЊЕ.....</b>	<b>58</b>
4.1. Е-УЧЕЊЕ .....	59
4.2. ТЕОРИЈСКИ ПРИСТУП АДАПТИВНОМ УЧЕЊУ .....	60
4.2.1. МАКРО-АДАПТИВНИ ПРИСТУП.....	60
4.2.2. ПРИСТУП ЗАСНОВАН НА СПОСОБНОСТИМА .....	60
4.2.3. МИКРО-АДАПТИВНИ ПРИСТУП .....	62
4.2.4. КОНСТРУКТИВНО-САРАДНИЧКИ ПРИСТУП.....	63
4.3. ВРСТЕ АДАПТИВНИХ СИСТЕМА ЗА Е-УЧЕЊЕ .....	64
4.3.1. МИКРО-АДАПТИВНИ СИСТЕМИ УЧЕЊА.....	64

4.3.2.	СИСТЕМИ ЗА УЧЕЊЕ ПОТПОМОГНУТИ РАЧУНАРОМ.....	65
4.3.3.	ИНТЕЛИГЕНТНИ ОБРАЗОВНИ СИСТЕМИ.....	65
4.3.4.	АДАПТИВНИ ОБРАЗОВНИ ХИПЕРМЕДИЈСКИ СИСТЕМИ.....	66
4.4.	ВРСТЕ ПРИЛАГОДЉИВОСТИ У СИСТЕМИМА ЗА Е-УЧЕЊЕ.....	67
4.4.1.	ПРИЛАГОЂАВАЊЕ КОРИСНИЧКОГ ИНТЕРФЕЈСА .....	68
4.4.2.	ПРИЛАГОЂАВАЊЕ ПРОЦЕСА УЧЕЊА .....	69
4.4.3.	ПРИЛАГОЂАВАЊЕ ЗАСНОВАНО НА САДРЖАЈУ.....	69
4.4.4.	ИНТЕРАКТИВНА ПОДРШКА ЗА РЕШАВАЊЕ ПРОБЛЕМА .....	70
4.4.5.	АДАПТИВНО ФИЛТРИРАЊЕ ИНФОРМАЦИЈА .....	71
4.4.6.	АДАПТИВНО ГРУПИСАЊЕ СТУДЕНАТА .....	71
4.4.7.	АДАПТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ СТУДЕНАТА.....	72
4.4.8.	АДАПТАЦИЈА У ПОКРЕТУ .....	73
4.5.	МЕТОДЕ И ТЕХНИКЕ ЗА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈУ АДАПТИВНОГ УЧЕЊА У LMS ..	74
4.5.1.	АДАПТИВНА ХИПЕРМЕДИЈА .....	74
4.5.1.1.	Методе за постизање адаптивне презентације.....	75
4.5.1.2.	Адаптивне методе навигације.....	76
4.5.2.	ПЕРСОНАЛИЗОВАНИ ПУТ УЧЕЊА .....	79
4.5.3.	СИСТЕМИ ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ.....	83
4.5.3.1.	Преглед неких метода вештачке интелигенције примењених у системима адаптивног учења.....	84
4.5.4.	СЕМАНТИЧКИ ВЕБ .....	87
<b>ПЕТО ПОГЛАВЉЕ</b> .....		<b>89</b>
5.	ПРЕДЛОГ МОДЕЛА МЕХАНИЗМА ЗА АДАПТИВНО УЧЕЊЕ.....	89
5.1.	ПРЕГЛЕД ПРИСТУПАЊУ МОДЕЛА СТУДЕНТА.....	89
5.1.1.	ЕКСПЛИЦИТНА МЕТОДА МОДЕЛОВАЊА.....	89
5.1.2.	ИМПЛИЦИТНА МЕТОДА МОДЕЛОВАЊА .....	90
5.2.	ПРЕДЛОЖЕНИ ДИНАМИЧКИ АДАПТИВНИ АЛГОРИТАМ .....	91
5.2.1.	МОДЕЛ СТИЛОВА УЧЕЊА.....	91
5.2.2.	АЛГОРИТАМ СЛИЧНОСТИ.....	95
5.3.	АРХИТЕКТУРЕ АДАПТИВНОГ LMS .....	97
5.3.1.	АРХИТЕКТУРА НЕАДАПТИВНОГ LMS.....	97
5.3.2.	АРХИТЕКТУРА СТАТИЧКО АДАПТИВНОГ LMS.....	98
5.3.3.	АРХИТЕКТУРА ДИНАМИЧКО АДАПТИВНОГ LMS.....	99
5.4.	МАШИНСКО УЧЕЊЕ У СИСТЕМИМА ЗА АДАПТИВНО УЧЕЊЕ.....	102

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

---

5.4.1. АЛГОРИТАМ МАШИНСКОГ УЧЕЊА.....	102
5.4.1.1. Алгоритам стабла одлучивања.....	104
<b>ШЕСТО ПОГЛАВЉЕ</b> .....	107
6. ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК.....	107
6.1. ДИЗАЈН ЕКСПЕРИМЕНТА.....	107
6.1.1. ILS УПИТНИК.....	111
6.1.2. ПРОЦЕДУРЕ ЕКСПЕРИМЕНТА ЗА КОНТРОЛНУ, СТАТИЧКУ И ДИНАМИЧКУ ГРУПУ.....	116
6.2. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА.....	120
6.3. ЕВАЛУАЦИЈА СТУДЕНАТА У ДИНАМИЧКО АДАПТИВНОМ LMS.....	132
<b>СЕДМО ПОГЛАВЉЕ</b> .....	134
7. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА.....	134
7.1. АНАЛИЗА ОСТВАРЕНИХ РЕЗУЛТАТА.....	136
7.1.1. ОПИС УЗОРКА.....	136
7.1.2. ДЕСКРИПТИВНА СТАТИСТИКА.....	138
7.2. АНАЛИЗА У ОДНОСУ НА СТИЛОВЕ УЧЕЊА.....	147
7.3. АНАЛИЗА ДОКАЗА ХИПОТЕЗА.....	155
<b>ЗАКЉУЧАК</b> .....	162
НАУЧНИ И СТРУЧНИ ДОПРИНОСИ.....	164
ПРЕПОРУКЕ ЗА БУДУЋА ИСТРАЖИВАЊА.....	167
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	169
<b>ПРИЛОЗИ</b> .....	185

## УВОДНЕ НАПОМЕНЕ

Учење засновано на рачунару постало је уобичајена појава у модерном добу. Многи системи за учење на даљину дистрибуирају образовне ресурсе на Интернету и заиста су читави студијски програми сада широко доступни на Интернету. Овако велика количина садржаја и информација може бити застрашујућа за студенте<sup>1</sup>, који могу показати различите индивидуалне карактеристике, као што су варијације у циљевима, интересовањима, мотивацији и/или преференцијама за учење. Ово сугерише да једнообразан приступ окружења за учење за испоруку материјала и ресурса студентима није прикладан и да би персонализација таквих материјала/ресурса требало да се позабави разликама студената како би се обезбедило прилагођено искуство учења, чиме се повећава његова ефикасност, смањујући стопе исписивања са студија и одржавање високе мотивације студената [1], [2].

Током последње 2-3 деценије, софтверски системи за е-учење постали су главно средство за постизање различитих циљева, углавном везаних за подршку или чак завршетак процеса учења. Њихова употреба је већ добра пракса у готово свим областима образовања и пословања. Они нису ограничени на подршку образовним институцијама и корпоративним структурама, већ и малим и средњим предузећима и појединцима [3], [4].

Адаптивни алати уграђени у софтверске системе за е-учење су главне методе за постизање ефективног резултата понуђеног образовања, односно обезбеђивање максималне асимилације потребних вештина од стране студента, постизање тога у краћем времену, нудећи окружење за предаваче у вези са креирањем курсева, управљањем целим процесом, итд [5].

Развој научног и технолошког напретка и процеси глобализације и уклањање препрека међународној размени информација омогућавају пружање разноврсних услуга у образовању, као и приступ њима. Основни циљ за аутономно

---

<sup>1</sup> Изрази који се користе у овој докторској дисертацији, а имају родно значење, односе се једнако и на женски и на мушки род.

повећање ефекта е-учења постиже се употребом адаптивних алата. С друге стране, постојећи софтверски системи за е-учење нуде општу функционалност и мали број специфичних адаптивних алата [6].

Ова дисертација испитује стварање ефикаснијег софтверског система, односно динамичког адаптивног система за е-учење, при чему посебну пажњу посвећује главном средству повећања резултата његове употребе – креирању и имплементацији адаптивних алата.

**Прво поглавље** садржати детаљан *методолошки оквир научно-истраживачког рада*.

У **другом поглављу** је представљен *увод у стилове учења* који описују уобичајене моделе стилова учења, импликације стилова учења у образовању и критике и изазове у области стилова учења. У поглављу су описане предности Felder и Silverman модела стила учења (енгл. Felder-Silverman Learning Style Model, скр. FSM), који је изабран као најприкладнији модел стила учења за употребу у LMS-у, са посебним освртом на Moodle LMS.

У **трећем поглављу** се представљају *адаптивни образовни хипермедијски системи*. Дискутовано је о општим аспектима адаптивности уз опис адаптивних образовних хипермедијских система који укључују стилове учења.

У **четвртном поглављу** је представљен *увод у прилагодљивост у системима за е-учење*. Дат је детаљан преглед теоријских приступа адаптивном учењу, врста адаптивних система за е-учење, врсти прилагодљивости у системима за е-учење и метода и техника за имплементацију адаптивног учења у LMS.

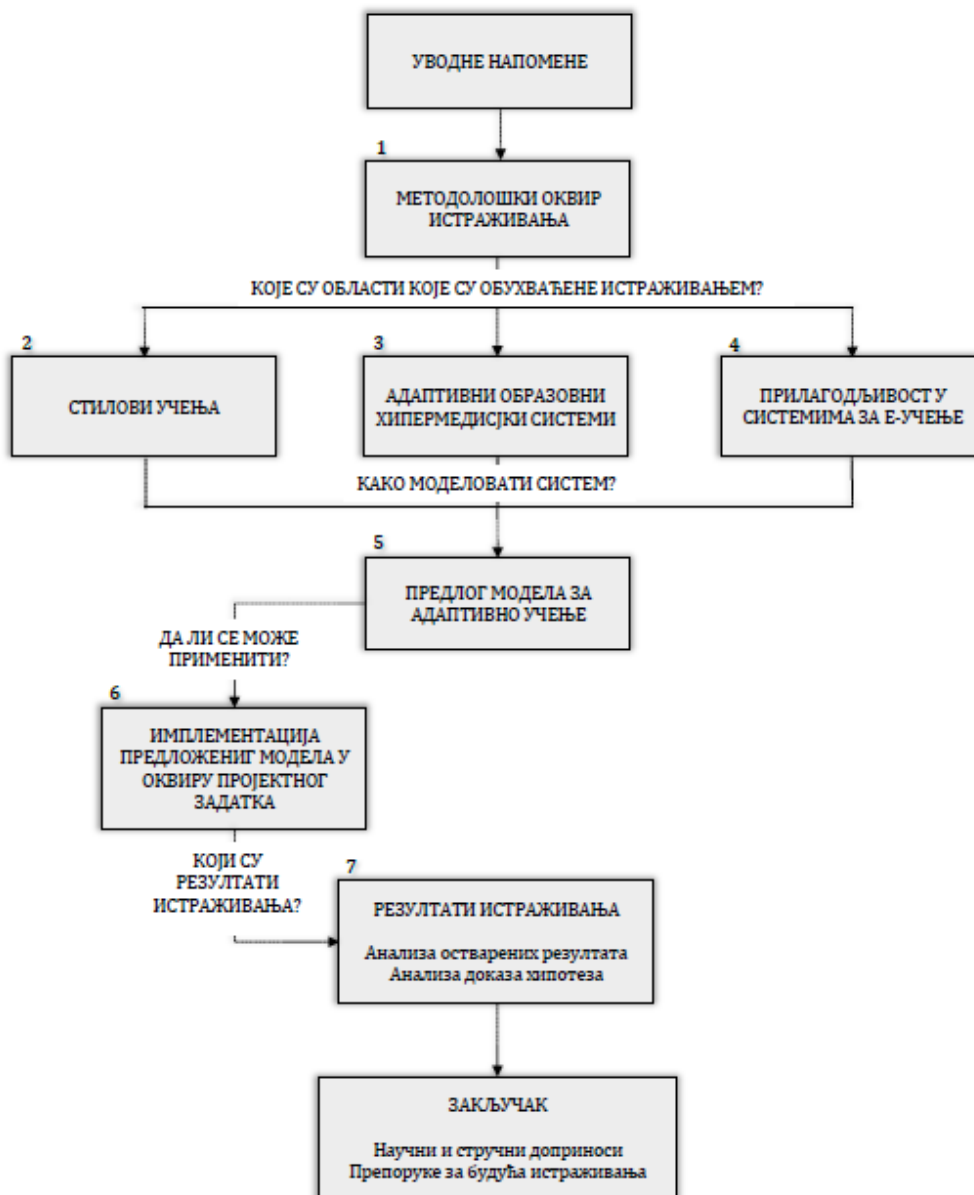
**Пето поглавље** се бави *предлогом модела за адаптивно учење у LMS* и њиховим потенцијалом да укључе стилове учења кроз алгоритме сличности, архитектуре адаптивног LMS-а и алгоритме машинског учења и стабла одлучивања.

**Шесто поглавље** представља *имплементацију предложеног модела у оквиру пројектног задатка*. Као основа за даље истраживање у вези са инкорпорирањем стилова учења у LMS-у, уводи се студија о томе да ли се студенти са различитим стилима учења заиста понашају различито на онлајн курсу у LMS-у.

# ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ

Седмо поглавље ће презентовати анализу остварених резултата истраживања, са посебним освртом на анализу доказа хипотеза.

У закључним разматрањима закључујемо дисертацију наглашавајући њене научне и стручне доприносе и расправљамо о препорукама за будућа истраживања.



Слика 0.1 | Графички ток структуре дисертације

## ПРВО ПОГЛАВЉЕ

### 1. МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

#### 1.1. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

##### 1.1.1. ОДРЕЂИВАЊЕ ПРЕДМЕТА ИСТРАЖИВАЊА

Системи за управљање учењем (енгл. Learning Management System, у даљем тексту: LMS), као што су Moodle, WebCT и Blackboard, често се и успешно користе у е-образовању. Иако се фокусирају на подршку предметним наставницима у креирању и одржавању онлајн курсева, обично не узимају у обзир индивидуалне разлике студената. Међутим, студенти имају различите потребе и карактеристике као што су претходно знање, мотивација, когнитивне особине и стилови учења. У новијим истраживањима се све већа пажња посвећује карактеристикама као што су стилови учења, њихов утицај на учење и начин на који ове индивидуалне карактеристике могу бити подржане системима учења [7], видети такође у [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14].

У данашње време све више високошколских установа, попут високих струковних школа и универзитета у Републици Србији, нуди курсеве е-учења. Неки од ових курсева су спојени са традиционалним образовањем, нпр. мешано учење<sup>2</sup>, док се други изводе онлајн. Међутим, за извођење курсева е-учења потребно је окружење у којем се њима управља и организује. У већини случајева овај задатак испуњава централизован LMS. LMS пружају различите функције за подршку предметним наставницима у креирању, администрацији и управљању онлајн

---

<sup>2</sup> Мешано учење (eng.: Blended Learning) је образовни програм (формални и неформални) који комбинује онлајн дигиталне медије са традиционалним методама који се користе у учионици. Термини као што су "мешано учење", "хибридно учење", "настава мешовитим режимом", "настава посредована технологијом" и "настава унапређена Интернетом" се често наизменично користе у литератури.



курсевима. С друге стране, предметни наставници обично не узимају у обзир индивидуалне разлике студената и третирају све студенте подједнако, без обзира на њихове личне потребе и карактеристике [10].

Поједини студенти имају централну улогу у традиционалном учењу, као и у технолошки унапређеном учењу. Као што је наведено, сваки студент има индивидуалне потребе и карактеристике, као што су различита предзнања, когнитивне способности, стилови учења, мотивација, итд [15], видети такође у [16]. Ове индивидуалне разлике утичу на процес учења и разлог су зашто је неким студентима лакше учење на одређеном предмету, док је са друге стране појединим студентима исти предмет тежак.

Прецизније дефинисан предмет истраживања који чини основу дисертације се фокусира на динамичко адаптивни систем за е-учење, односно проширење Moodle LMS-а ради пружања прилагодљивости укључивањем према FSM [17], видети такође у [10], [11], [12], [18], [19], [20], [21].

#### **1.1.1.1. Теоријско одређење предмета истраживања**

Истраживања у овој дисертацији су мотивисана образовним теоријама [22], видети такође у [23], [24] које тврде да пружање курсева који одговарају индивидуалним карактеристикама студената олакшава учење и тиме повећава њихов напредак у учењу. С друге стране, студенти чији стилови учења нису подржани окружењем за учење могу имати проблема у процесу учења.

Адаптивни образовни системи баве се управо овим питањем. Њихов циљ је пружити студентима онлајн курсеве који одговарају њиховим индивидуалним потребама и карактеристикама, попут стилова учења [25].

#### **1.1.1.2. Операционално одређење предмета истраживања**

##### ***1.1.1.2.1. Чиниоци садржаја предмета истраживања***

Прилагодљивост у образовним системима високошколских установа односи се на способност система да се аутоматски прилагођавају потребама и

карактеристикама. Дакле, кључно питање, у случају ове дисертације, је пружање одговарајуће прилагодљивости, идентификовање потреба и карактеристика, посебно стилова учења. Поред наведеног, чиниоци садржаја предмета истраживања биће и време проведено на активностима онлајн учења; број пријављивања на LMS; број посећених активности учења на LMS; просечна оцена на пред и пост тестовима знања и оцена на завршном испиту.

#### **1.1.1.3. Временско одређење предмета истраживања**

Временско одређење предмета истраживања је уже димензионирано и односи се на период летњег семестра школске 2019/20. године.

#### **1.1.1.4. Просторно одређење предмета истраживања**

Просторно одређење предмета истраживања се односи на високошколске установе у Србији, односно Факултет за банкарство и ревизију (скр. ФФБР), Факултет за стране језике (скр. ФСЈ) и Факултет за менаџмент у спорту (скр. ФМС) - Алфа БК Универзитета у Београду.

#### **1.1.1.5. Дисциплинарно одређење предмета истраживања**

Основно образовно-научно поље и опште научне области које обухвата тема дисертације и предмет истраживања су:

Образовно-научно поље: *Природно-математичке науке.*

Научна област: *Рачунарске науке.*

Ужа научна област: *Рачунарство.*

Поред основног образовно-научног поља, основних и ужих научних области предмет ће се истраживати и у оквиру више наука и научних дисциплина, чиме истраживање има интердисциплинарни карактер:

Образовно-научно поље: *Технолошко-техничке науке.*

Научна област: *Електротехника и рачунарско инжењерство.*

Уже научне области: *Информациони системи и информационе технологије; и е-Учење и ODL (Open & Distance Learning) технологије.*

Образовно-научно поље: *Друштвено-хуманистичке науке.*

Научна област: *Психолошке науке.*

Ужа научна област: *Когнитивна психологија.*

Образовно-научно поље: *Друштвено-хуманистичке науке.*

Научна област: *Педагошке и андрагошке науке.*

Ужа научна област: *Општа педагогија.*

### **1.1.2. ЦИЉЕВИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

Циљ ове докторске дисертације је да осмисли, предложи, имплементира и процени начине за побољшање способности постојећих система управљања е-учењем увођењем статичке и динамичке прилагодљивости на начин на који се информације представљају студенту. Систем има за циљ да помогне корисницима применом теорије образовне психологије и усвајањем различитих стилова учења у онлајн курсевима. Циљ истраживања да се процени ефективност и валидност усклађивања наставних метода са стилима и преференцијама студената у е-учењу има вредност у области психологије образовања, као и у области адаптивних образовних хипермедија, увођењем динамичке адаптивности на основу праћења одговора студената на претходне задатке (пред и пост-тест и завршни испит).

Такође, циљ ове докторске дисертације је комбиновање предности LMS-а, са предностима динамичких адаптивних система проширивањем LMS-а са функционалношћу за укључивање FSM и пружање прилагодљивости корисницима. Истовремено, такав динамичко адаптивни LMS не би требао изгубити своју једноставност и требао би и даље бити једноставан и лак за употребу за предметне наставнике.

Да би се постигао овај циљ, спроведена су истраживања у вези са четири истраживачка питања:

### **Како се могу идентификовати стилови учења?**

Да би се обезбедила прилагодљивост, потребно је прво познати стилове учења студената. У овој дисертацији се предлаже аутоматизовани приступ за идентификовање стилова учења заснованих на понашању и поступцима студента на онлајн курсевима који користе LMS – ILS упитником<sup>3</sup>. Додатно, биће спроведена детаљнија истраживања о идентификовању карактеристичних преференцијала унутар димензија стила учења.

### **Како се може побољшати процес откривања стилова учења?**

Док се предложени приступ идентификовању стилова учења заснива на информацијама о понашању и поступцима студената, други извори такође могу имати потенцијал у пружању информација за откривање стилова учења. У оквиру ове дисертације биће истражен однос између стилова учења и когнитивних особина. Због тога је извршен опсежан преглед литературе [15], [17], [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32], [33], [34], а урађене су и истраживачке студије [35], [36], [37], [38], [39], [40], [41] и главна студија [6] која је истраживала зависности између карактеристика наставног градива и идентификовањем стилова учења и когнитивних особина код студената.

### **Како се адаптивни курсеви могу имплементирати у LMS-у?**

Оног тренутка када стилови учења буду познати, LMS се може проширити како би му се омогућило генерисање и представљање адаптивних курсева. У оквиру ове дисертације је развијен концепт за пружање адаптивних курсева у LMS-у заснованим на FSM. Концепт је имплементиран као додатак за Moodle LMS и

---

<sup>3</sup> Анкетним упитником Index of Learning Styles Questionary (скр. ILS) са 44 ајтема [60]. Copyright © 1991, 1994 by North Carolina State University (Аутори: Richard M. Felder and Barbara A. Soloman). За информације о одговарајућој или неприкладној употреби ILS упитника и проучавање његове поузданости и ваљаности, погледајте <<http://www.ncsu.edu/felder-public/ILSpage.html>>.

вреднован је с обзиром на његову ефикасност у пружању подршке студентима у високо-образовним установама и олакшавању учења.

Дакле, постоје два општа циља који се тичу свих делова истраживања.

Прво, истраживање које је спроведено у оквиру ове дисертације има за циљ да предложи концепте и приступе који су погодни за LMS уопште, а не за један одређени систем. Ови концепти и приступи биће имплементирани и вредновани помоћу Moodle LMS који је имплементиран у оквиру е-учионице на Алфа БК Универзитету.

Друго, будући да је циљ ове дисертације искомбиновати предности LMS-а са предностима статичких и динамичких адаптивних система е-учења, адаптивни LMS не би требао изгубити своју једноставност и предметним наставницима би требао бити лак за употребу. Очекује се да ће предметним наставницима бити потребно да уложе мање додатних напора при коришћењу предложеног адаптивног LMS-а.

### **Да ли динамичка адаптација LMS може побољшати разумевање студената и побољшати ефикасност учења?**

Да би се открио потенцијал за адаптивно е-учење, традиционалне теорије образовања и доказане теорије учења и стилова учења морају се проучавати заједно са тренутним најсавременијим технологијама у адаптивној хипермедији. Да би се истражиле предности адаптивности у системима е-учења, треба применити и проценити аутоматизоване методе идентификације стилова учења из ILS упитника и праћењем понашања и активности студената.

Како бисмо побољшали прилагодљивост софтвера за е-учење, развили смо динамички прилагодљив механизам. Овај механизам интелигентно прилагођава е-садржај и прилагодљив је педагошким аспектима који су најприкладнији за одређене студенте. Циљ је да се формулише радни оквир и архитектура интегрисаног динамичко адаптивног система за е-учење предлагањем адаптивног алгорита за ефикасно ажурирање модела студента. Овај циљ смо постигли решавањем неколико под-задатака у оквиру истраживачкоког поступка:

- Имплементирали смо систем е-учења заснован на теорији образовања који одређује стилове учења и карактеристике студената, а затим их моделирали као средство за предвиђање вероватне реакције студената на одређени материјал за учење;
- Дизајн и имплементација адаптивног алгоритма;
- Интеграцијом адаптивног алгоритма у тренутно доступан LMS; и
- Процена изведеног динамичко адаптивног система за е-учење како би утврдили његову ефикасност.

### **1.1.3. ХИПОТЕЗЕ ОД КОЈИХ ЋЕ СЕ ПОЛАЗИТИ У ИСТРАЖИВАЊУ**

На основу предмета и циљева истраживања и претходно постављених истраживачких питања и општих претпоставки, изведена је посебна хипотеза која гласи:

**Хп:** Прилагођавањем стилова учења по FSM у оквиру адаптивног Moodle LMS могуће је повећати значајне разлике између перформанси студената (динамичке, статичке и контролне групе) према резултатима пред и пост-теста и смањити време за учење наставног садржаја и решавању теста на завршном испиту.

Потврда посебне хипотезе ће бити проверена резултатима истраживања следећих појединачних хипотеза:

**Хп1:** Имплементирани модел адаптивног Moodle LMS прилагођавањем е-учења по FSM повећава значајне разлике између перформанси три групе (динамичке, статичке и контролне) према резултатима пред-теста и пост-теста.

**Хп2:** У оквиру имплементираног модела адаптивног Moodle LMS прилагођавањем е-учења по FSM, динамички адаптивна група ће имати значајно боље резултате у пост-тесту од статичке групе и контролне групе.

**Хпз:** Корисници имплементираниог модела динамички адаптивног Moodle LMS прилагођавањем е-учења по FSM ће потрошити мање времена на учење наставног садржаја и решавању теста на завршном испиту него корисници у статички прилагодљивој групи и контролној групи.

#### **1.1.4. ВАРИЈАБЛЕ**

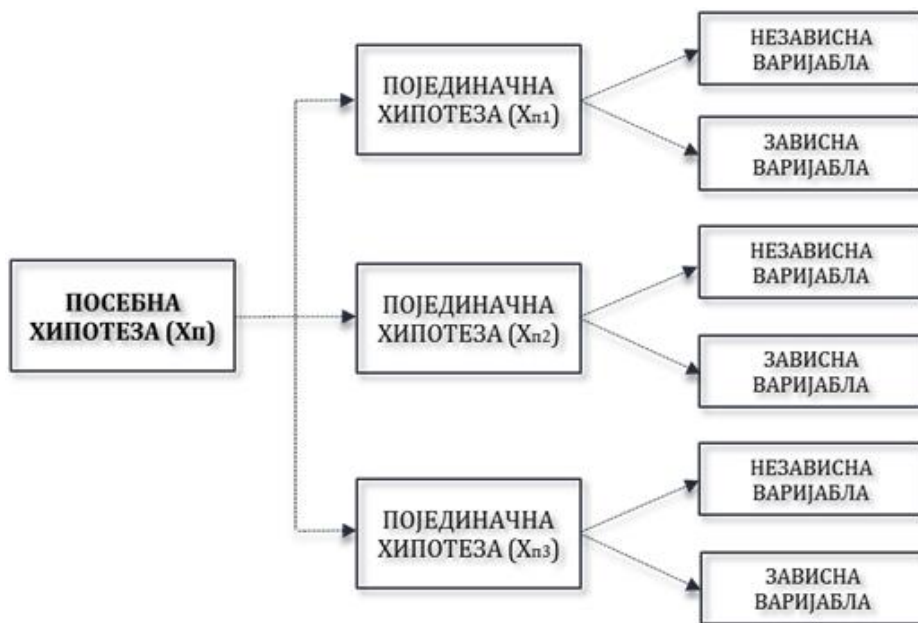
У експерименту, независне и зависне варијабле су наведене на следећи начин.

Зависне варијабле су специфицирале резултате тестова студената:

- Стил учења студената;
- Просечна оцена студената;
- Број пријављивања на LMS;
- Време проведено на курсу;
- Број поена на тестовима знања (пред и пост-тест);
- Оцена на завршном испиту; и
- Време проведено на решавању теста на завршном испиту.

Такође, обезбеђена су и три скупа независних варијабли:

- Коришћење неприлагодљивог LMS (контролна група);
- Коришћење статички прилагодљивог LMS (статичка група); и
- Коришћење динамички прилагодљивог LMS уз адаптивну презентацију наставног садржаја (динамичка група).



Слика 1.1 | Схематски приказ хипотеза и варијабли

### 1.1.5. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

При изради дисертације, у складу са савременим достигнућима научно-истраживачкога рада, примењене су методе које су у складу са дефинисаном темом, предметом и циљем истраживања и постављеним хипотезама.

У концепцијском делу дисертације коришћено је више научних метода, и то:

- Аналитичка метода: анализом садржаја релевантне домаће и стране литературе и научних/стручних радова;
- Компаративна метода.
- Дескриптивни метод;
- Техника анализе и синтезе; и

У истраживачком делу дисертације су коришћене следеће научне методе:

- Метода испитивања;



- Експериментална метода<sup>4</sup>;
- Метода моделовања; и
- Статистичка метода<sup>5</sup>.

## 1.1.6. ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС

### 1.1.6.1. Научна оправданост истраживања

Спроведена су истраживања о побољшању аутоматског откривања стилова учења коришћењем додатних информација из когнитивних особина. У том смислу већ су урађене две свеобухватне студије [6], [40].

Прилагођеним LMS ствара се окружење за учење које подржава предметне наставнике као и студенте. У таквом прилагођеном LMS-у предметни наставници могу наставити да користе предности LMS -а, а студенти могу додатно имати користи од адаптивних курсева. Ово истраживање отвара путеве за напредне системе учења, који су у стању да науче потребе и карактеристике студената, одмах на њих одговоре и пруже студентима курсеве на којима се прилагођавање често побољшава и ажурира према потребама студената.

Дизајниран је, имплементиран и оцењен је аутоматизовани приступ за идентификацију стилова учења из понашања и реакција студента, показујући да је предложени приступ погодан за идентификацију стилова учења. На основу овог

---

<sup>4</sup> Пред и пост-тест (онлајн тест од 10 питања са вишеструким одговорима), процена учења наставног садржаја путем онлајн квиза и мерење утрошеног времена, нпр. време потребно за одговор на свако питање.

<sup>5</sup> Статистичка обрада података урађена је коришћењем програма IBM SPSS Statistics. Подаци су прво приказани дескриптивно и то коришћењем табела и графикона. Нумерички подаци су приказани коришћењем најмање и највеће вредности, просечне вредности и стандардног одступања а графички коришћењем хистограма. Категоријски подаци су приказани коришћењем апсолутне и релативне учесталости и графички коришћењем кружног графикона. За анализу повезаности између категоријских променљивих међусобно коришћен је *хи-квадрат тест* за независност а статистички значајни резултати приказани су коришћењем стубичастог кластер графикона. За анализу разлике нумеричких променљивих у односу на категоријске променљиве коришћен је *t-тест* за независне узорке уколико су постојале две категорије односно једнофакторска *АНОВА* за различите групе са накнадним тестовима уколико је постојало више од две категорије а статистички значајни резултати су приказани коришћењем стубичастог графикона. Резултати су сматрани статистички значајним уколико је значајност (*p*-вредност) била мања или једнака 0,05.

приступа, биће имплементиран самостални алат/додатак за аутоматско откривање стилова учења у LMS-у, који ће имати употребну вредност.

Одређивање истинитости хипотеза – верификација, је утврђена помоћу чињеница које су изведене из података у фази анализе, као и помоћу раније потврђених и прихваћених теоријских чињеница и ставова у вези са односом између карактеристика наставног градива и идентификације стилова учења и когнитивних особина код студената, односно стилова учења.

Приликом верификације хипотеза посебно је обрађена пажња на:

- односе међу варијаблима;
- хипотезе које имају више варијабли;
- технике верификације; и
- доказивање става хипотезе.

#### **1.1.6.2. Друштвена оправданост истраживања**

Друштвени допринос се огледа кроз резултате дисертације који посебно могу бити од користити високошколским и осталим образовним институцијама на овим просторима у организовању и вођењу програма образовања на даљину и подизању мотивисаности студената кроз адаптивне Web-базиране системе за е-учење, а тиме и ефикасности овог савременог образовног концепта. Очекивани резултат коришћења адаптивних система од стране студената је повећање нивоа само-обучавања.

## ДРУГО ПОГЛАВЉЕ

### 2. СТИЛОВИ УЧЕЊА

Област стилова учења је сложена и под утицајем неколико аспеката, што доводи до различитих концепта и погледа. У литератури постоји много модела стилова учења, од којих сваки предлаже различите описе и класификације типова учења [8], [42].

Стил учења је јединствен и омиљени начин на који студент учи – усваја, обрађује и меморише одређено градиво за даље коришћење. Свака особа, на себи својствен начин, најбрже и најлакше усмерава пажњу на нове и сложене информације, обрађује их и одржава стечено знање. Стили учења су когнитивни, афективни и физиолошки облици који се јављају углавном као стабилни покретачи онога како студенти опажају и како се односе према окружењу које је извор знања и вештина [43]. Најчешће се под тим подразумева доминантни улазни канал при примању информација, визуелни (гледање, посматрање, читање), аудитивни (слушање) или кинестички (покрети). Концепт стилова учења базиран се на идеји да студенти имају различите ставове према учењу па му приступају на другачије начине. Различити стилови учења могу се посматрати као последица различитих начина обраде информација [18], јер студенти ефикасније уче ако је настава организована у складу са њиховим индивидуалним стилем учења [44]. Такође, истраживања су показала да постоје и културолошке разлике у стиливима учења [5].

Дефиниције стила учења зависе од теорије коју заступају поједини аутори. До данас није идентификована јединствена дефиниција појма „стил учења“. Rita Dunn [15], на пример, дефинише стилове учења као „опис ставова и понашања који одређују преферирани начин учења појединца“. Felder [11], је дефинисао стилове учења као „карактеристичне снаге и преференције у начину на који (студенти) прихватају и обрађују информације“. Honey и Munford [45] су прецизније дефинисали стилове учења рекавши да је стил учења „сложен начин на који и

услови под којима студенти најефикасније перципирају, обрађују, чувају и присећају се онога што су покушавали да науче”.

У зависности од идеја и аспеката значења стилова учења, други термини као што су стратегија учења и когнитивни стил се често користе у сличном контексту или су чак замењиви са термином стил учења [9]. У наредним параграфима уводе се дефиниције појмова стратегије учења и когнитивни стилови и описује се разлика у односу на стилове учења.

Теорија „стилова учења“ прави велики скок, сугеришући да ће студенти боље учити ако се обрађују градиво на начин који је у складу са њиховим преференцијалима. Овај појам индивидуализованих стилова учења стекао је широко признање у теорији образовања и стратегији управљања наставног процеса. Индивидуални стилови учења зависе од когнитивних, емоционалних и фактора средине, као и од претходног искуства. Другим речима: сви су студенти различити. За наставнике је важно да разумеју разлике у стиливима учења својих студената, како би могли да имплементирају стратегије најбоље праксе у своје свакодневне активности, наставни план и програм и оцењивање [12], [13], [30], [45]. Стиливи учења имају велики утицај на успех студената и остварење њихових циљева [46]. Појединци с различитим стиливима учења боље уче када су усвојени различити начини обраде наставног градива [47].

Као што је наведено, развијено је више од 70 различитих модела који користе упитнике/само-процену студената за категоризацију њихових наводних преференција учења [12]. Иако не постоје конкретни докази који би подржали успех ових стилова учења, студија из 2017. године [48] је открила да се 93% наставника у Уједињеном Краљевству слаже да студенти боље уче када добију информације у свом жељеном стилу учења.

Следећи пододељак уводи неколико најчешће коришћених модела стилова учења. Затим се разматрају импликације стилова учења на образовање, као и критике и изазови у области стилова учења.

## 2.1. УОБИЧАЈЕНИ МОДЕЛИ СТИЛОВА УЧЕЊА

Као што је раније поменуто, у литератури постоји велики број модела стилова учења. Moseley, Coffield, Hall и Ecclestone [49], су класификовали моделе стилова учења у пет категорија које су засноване на неким свеобухватним идејама, покушавајући да одразе ставове главних теоретичара стилова учења. Прва категорија се ослања на идеју да су стилови учења и преференције у великој мери засновани Флеминговом моделу ВАК који представља три различита модалитета: визуелни, аудиторни и кинестетички (Табела 2.1) [50], [51]. Друга категорија се бави идејом да стилови учења одражавају дубоко укоренење карактеристике когнитивне структуре, укључујући обрасце способности. Трећа категорија се односи на стилове учења као једну компоненту релативно стабилног типа личности. У четвртој категорији, стилови учења се виде као флексибилно стабилне преференције учења. Последња пета групација прелази са стилова учења на приступе, стратегије, оријентације и концепције учења.

Табела 2.1 | ВАК модел стилова учења, прилагођено према [50], [51].

<b>Визуелни</b>
Визуелни студенти преферирају употребу слика, мапа и графика организатора за приступ и разумевање нових информација.
<b>Аудиторни</b>
Аудиторни студенти најбоље разумеју нови садржај кроз слушање и говор у ситуацијама као што су предавања и групне дискусије. Аудиторни студенти користе понављање као технику учења и имају користи од употребе мнемотехничких средстава.
<b>Кинестички</b>
Студенти који припадају кинестетичком типу најбоље разумеју информације кроз тактилне репрезентације информација и најбоље уче нове ствари кроз практичан рад (нпр. разумеју како сат функционише склапањем једног сата).

Овај одељак описује четири најчешће коришћених модела стилова учења. Избор ових модела је заснован на прегледу Moseley-а и сар. [49], укључујући

теоријски значај у овој области, њихову широку употребу и њихов утицај на друге моделе стилова учења. Додатно, примењивост модела стилова учења у технолошко побољшаном учењу сматрана је важним критеријумом, укључујући примену модела стилова учења у већ постојећим системима, као и њихов потенцијал да се користе у систему. Пошто се ова дисертација делом фокусира на стилове учења, а не на когнитивне стилове, искључени су модели који мере когнитивне способности и вештине. Дакле, нису описани модели друге категорије, где се стилови учења посматрају као карактеристике когнитивне структуре.

### 2.1.1. DUNN&DUNN МОДЕЛ СТИЛА УЧЕЊА

Према Dunn&Dunn моделу, стилови учења се идентификују као компоненте стимулуса [15]. Према овом моделу, постоји пет различитих компоненти које одређују стилове учења (Слика 2.1):

- *Друштвена компонента* – ова компонента се бави преференцијама студената за учење у изолацији, у тимовима од два или више појединаца или са инструкторима;
- *Емоционална компонента* – пре свега, ова компонента је усмерена на ниво одговорности, мотивације и потребе за структурирањем;
- *Компонента животне средине* – ова компонента је усмерена на услове које нуди окружење, као што су температура и бука у просторији у којој се организује учење, положај и начин седења појединца итд.;
- *Физиолошка компонента* – ова компонента узима у обзир перцепцију, доба дана (јутро, подне или поподне) као и мобилност током учења; и
- *Психолошка компонента* – ова компонента анализира податке тако што их класификује у неколико група, као што су: глобална, рефлексивна, аналитичка, итд.



Слика 2.1 | Преференције учења у оквиру Dunn&Dunn модела, прилагођено према [52].

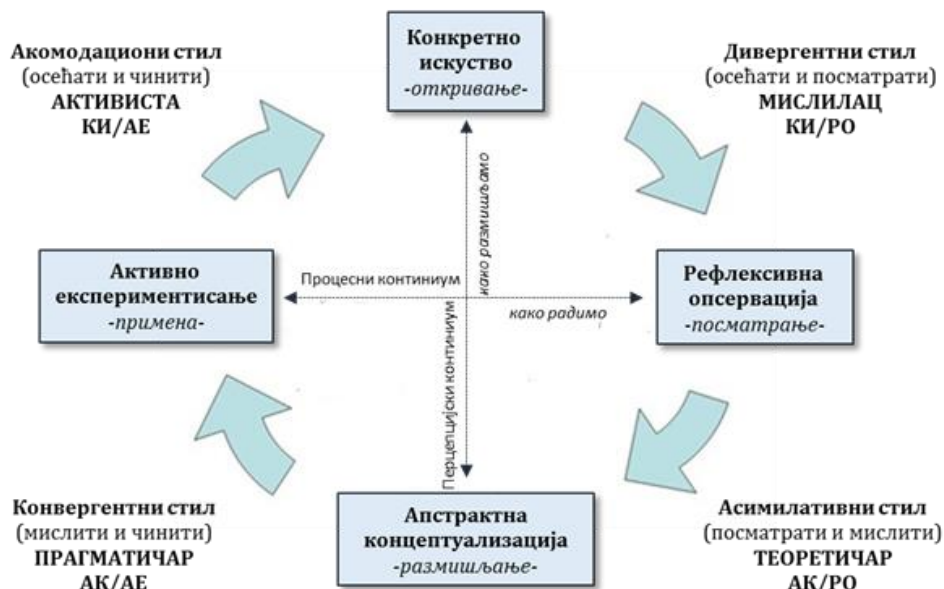
### 2.1.2. КОЛБОВ МОДЕЛ СТИЛА УЧЕЊА

Овај модел је развио David Kolb 1984. године на основу истраживања многих других модела, израде њихове комбинаторике и одређивања најефикаснијег начина за одређивање стила учења. Према аутору [53], учење је процес у коме се знање стиче преласком са једног искуства на друго. Стога је његова теорија фокусирана на циклус учења, који се састоји од укупно четири фазе (Слика 2.2):

- Конкретно искуство (осећање);
- Рефлективна опсервација (посматрање);
- Апстрактна концептуализација (размишљање); и
- Активно експериментисање (примена).

Према Kolb-у, у процесу учења студент пролази кроз све претходно наведене фазе наведеним редоследом. Дакле, процес почиње упознавањем основних и основних информација о конкретној ситуацији, задатку или проблему. Следећа фаза је праћење ситуације како би се прикупиле додатне информације. Надаље, студент улази у фазу размишљања и формирања сопствених ставова. Последња

фаза у циклусу је обављање ствари. Завршавајући све кораке, студент ствара ново искуство.



Слика 2.2 | Циклус стилова учења предвиђен Колбовим моделом, прилагођено према [54].

### 2.1.3. HONEY И MUMFORD МОДЕЛ СТИЛА УЧЕЊА

Овај модел допуњује Колбов модел. У овом моделу, аутори Honey и Mumford користе различите фразе за фазе учења. Сходно томе, категорије дефинисане овим моделом добијају различиту терминологију. Дакле, модел дефинише следеће четири категорије учења [55], [45]:

- Активисти – појединци који припадају овој категорији желе да експериментишу са подацима, упореде резултате и тако открију нове увиде. Они више воле групни рад и желе да се фокусирају на одређене задатке;
- Рефлектори – карактеристично за ове особе је да не предузимају конкретне кораке и да су више фокусирани на размишљање о конкретној ситуацији. За њих је најефикаснији начин учења прикупљање и упоређивање информација посматрањем и анализом;
- Теоретичари - ове особе форсирају рационално размишљање насупрот субјективности и емоционалности. Изазивају их комплексна решења, где

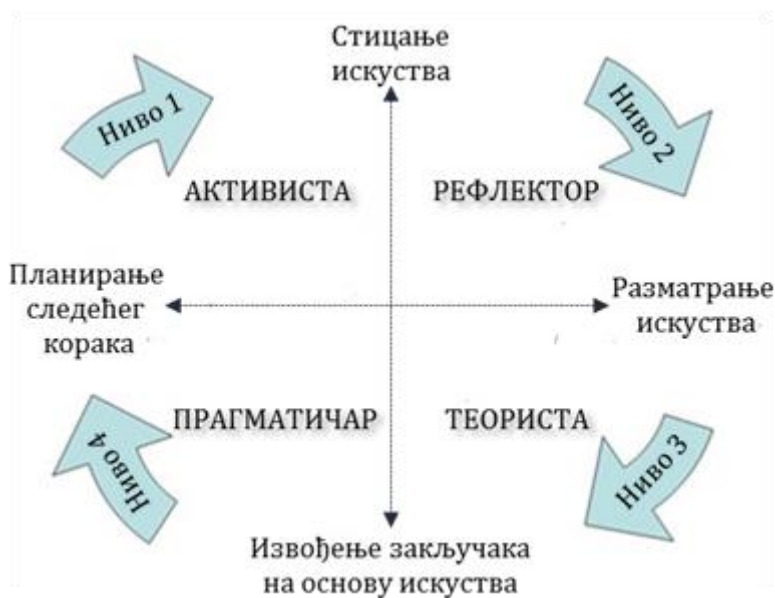


могу да покажу своје способности и вештине. Када је у питању учење, они радије користе иновативне идеје и концепте. Њихова ефикасност учења се смањује ако користе податке који немају јасну структуру; и

- Прагматичари – сви њихови кораци су у односу на њихов садашњи или будући рад. Они тестирају много идеја, скицирају одређене проблеме и проналазе неколико решења за њих. Ове особе се не фокусирају на садржај који није уско повезан са њиховим интересовањима.

Овај модел има неколико позитивних педагошких импликација: помаже учесницима у образовном процесу да планирају свој развојни план и помаже наставницима у њиховом циљу – слушаоцима да ефикасније савладају наставни садржај.

Доказани системи који су уградили овај стил учења су АНА! и INSPIRE.



Слика 2.3 | Циклус нивоа и стилова учења предвиђен Honey и Mumford моделом, прилагођено према [45].

#### 2.1.4. FELDER-SILVERMAN МОДЕЛ СТИЛА УЧЕЊА

У FSM [17], студенте карактеришу вредности у четири димензије. Ове димензије су засноване на главним димензијама у области стилова учења и могу се посматрати независно једна од друге. Они показују како студенти више воле да

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

обрађују (Активно-Рефлексивно), перципирају (Сензорно-Интуитивно), примају (Вербално-Визуелно) и разумеју информације (Секвенцијалне-Глобалне). Иако ове димензије нису нове у области стилова учења, начин на који описују стил учења студента може се посматрати као нов, видети Табелу 2.2.

**Табела 2.2** | Четири димензије Felder-Silverman модел стилова учења, прилагођено према [17], [56].

Димензија стила учења	Тип стила учења	Опис
Обрада информација	Активни	Уче кроз рад у групама и при изради конкретних пројеката.
	Рефлексивни	Боље уче када могу да размисле о презентованим информацијама. Боље раде сами или највише у друштву једне особе.
Перцепција информација	Сензорни	Воле рад са чињеницама, конкретним подацима и експериментима. Стрпљиви су у раду са детаљима, али не воле компликације.
	Интуитивни	Преферирају рад са принципима и теоријски приступ. У суочавању са детаљима лако се замарају и досађују, али зато радо прихватају изазове и компликоване ситуације.
Начин пријема информације	Визуелни	Лако памте оно што су видели: дијаграме, слике, филмове, табеле и сл.
	Вербални	Памте оно што су чули, прочитали или сами изговорили.
Разумевање информација	Секвенцијални	Приликом решавања проблема прате линеаран процес резоновања. Једном када неки материјал делимично или површно разумеју, у могућности су да раде са њим.
	Глобални	Имају велике интуитивне скокове у информацијама, тако да им може представљати тешкоћу када треба да објасне како су дошли до одређеног резултата. Потребна им је интегрална визија.

Док већина модела стилова учења, који укључују две или више димензија, изводе статистички преовлађујуће типове студената из ових димензија, Felder и Silverman описују стилове учења користећи скале од -11 до 11 за сваку димензију (укључујући само непарне вредности). Стога, стил учења сваког студента карактеришу четири вредности између -11 и 11, по једна за сваку димензију. Ове скале олакшавају детаљније описивање преференција стила учења, док изградња типова студента не дозвољава разликовање јачине преференција. Поред тога,

употреба скала омогућава изражавање уравнотежених преференција, што указује да студент нема посебне преференције за један од два пола димензије. Такође, Felder и Silverman сматрају да су склоности које произилазе из тога као тенденције, што значи да чак и студент са јаким преференцијама за одређени стил учења може понекад деловати другачије [14], [17].



Слика 2.4 | Четири димензије Felder-Silverman модела стила учења – основне карактеристике студената различитих стилова учења, прилагођено према [17].

*Активно-Рефлексивна* димензија је аналогна одговарајућој димензији у Колбовом моделу [57]. Активни студенти најбоље уче активним радом са материјалом за учење, применом материјала и испробавањем ствари. Штавише, они су више заинтересовани за комуникацију са другима и више воле да уче радећи у групама где могу да разговарају о наученом материјалу. Често користе разне форуме за проучавање нових информација. Насупрот томе, рефлексивни студенти радије размишљају о материјалу и размишљају о њему. Што се тиче комуникације, више воле да раде сами или у малој групи.

*Сензорно-Интуитивна* димензија је преузета из Myers-Briggs Type Indicator-а и такође има сличности са Сензорно-Интуитивном димензијом у Колбовом

моделу [58]. Студенти са сензорним стилем учења воле да уче чињенице и конкретан материјал за учење, користећи своја чулна искуства у одређеним случајевима као примарни извор. Они воле да решавају проблеме стандардним приступима и такође имају тенденцију да буду стрпљивији са детаљима. Такви студенти се сматрају реалистичнијим и разумнијим; они имају тенденцију да буду практичнији од интуитивних студената и воле да повежу научени материјал са стварним светом. Ова врста појединаца преферира решавање проблема познатим методама чија је ефикасност већ доказана и не желе да се суочавају са неким непредвиђеним препрекама и потешкоћама. Улазе у детаље и покушавају да запамте више чињеница. Насупрот томе, интуитивни студенти више воле да користе апстрактни материјал за учење, као што су теорије и њихова основна значења, при чему су општи принципи, а не конкретни примери, преферирани извор информација. Они воле да откривају могућности и односе и имају тенденцију да буду иновативнији и креативнији. Због тога имају бољи резултат у отвореним тестовима него у тестовима са једним одговором. Ова димензија се разликује од Активно-Рефлексивне димензије; Сензорно-Интуитивна димензија се бави преферираним извором информација, док Активно-Рефлексивна димензија покрива процес трансформације перципиране информације у знање [12].

Трећа, *Визуелно-Вербална* димензија бави се преферираним начином уноса. Димензија разликује студенте који најбоље памте оно што су видели (нпр. слике, дијаграме, дијаграме тока, табеле, анимације, итд), од студената који добијају више од текстуалних презентација, без обзира на то да ли су написане или изговорене [11].

У четвртој димензији, студенти се разликују између *секвенцијалног и глобалног* начина разумевања. Ова димензија је заснована на Pask-ovom моделу стила учења [59]. Студенти у овој категорији преферирају учење из мањих секвенци и потребни су им шаблони за кретање по наставном плану и програму. Образовни процес се посматра као целина која се састоји од малих корака, који су међусобно повезани. Насупрот томе, глобални студенти користе процес холистичког размишљања. Они имају тенденцију да апсорбују материјал за учење скоро насумично, а да не виде везе, али након што науче довољно материјала одједном добијају целу слику. Тада су у стању да решавају сложене проблеме и

састављају ствари на нове начине; међутим, они имају потешкоћа да објасне како су то урадили. Пошто је цела слика важна за глобалне студенте, они су више заинтересовани за прегледе и широко знање, док су секвенцијални студенти више заинтересовани за детаље [11], [12], [17].

За идентификацију стилова учења заснованих на FSM, Felder и Soloman су развили Индекс стилова учења – ILS [60], упитник од 44 ајтема. Као што је раније поменуто, сваки студент има личне преференције за сваку димензију. Ове поставке су изражене вредностима између -11 до 11 по димензији, са корацима  $-/+2$ . Овај распон долази од 11 питања која се постављају за сваку димензију [6].

Као што смо објаснили у првом поглављу, одабрали смо FSM међу постојећим моделима стилова учења јер нам његов ILS упитник даје могућност директног повезивања његових резултата са аутоматским адаптивним окружењима. Захваљујући дистрибуцији ILS упитника у четири различите димензије са два екстрема, можемо изградити корисничке моделе који одговарају свакој од ове четири димензије. Када се одговара на питање, на пример, са активном преференцом, +1 се додаје вредности Активне-Рефлексивне димензије, док одговор за рефлексивну преференцу смањује вредност за 1. Стога се на свако питање одговара или са вредношћу од +1 (одговор [a]) или -1 (одговор [б]). Одговор [a] одговара преференцији за први пол сваке димензије (активна, сензорна, визуелна или секвенцијална), а одговор [б] другом полу сваке димензије (рефлексивна, интуитивна, вербална или глобална), Табела 2.3 [6].

ILS је често коришћен и добро истражен инструмент за идентификацију стилова учења. Felder и Spurlin [61] дали су преглед студија које се баве анализом података о одговорима у упитнику ILS у вези са дистрибуцијом преференција за сваку димензију, као и верификацијом поузданости и валидности инструмента. Иако постоји неколико студија [62], [63], [64] у којима су се појавила отворена питања као што су слаба поузданост и валидност, као и зависности између неких стилова учења, Felder и Spurlin су закључили да је ILS упитник поуздан и валидан инструмент и погодан за идентификацију стилова учења према FSM [61].

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

---

**Табела 2.3** | Скала преференција Felder-Silverman модела стила учења, прилагођено према [6].

Стил учења	Снажна преференција -11	Умерена преференција -5,5	Неутрална 0	Умерена преференција 5,5	Снажна преференција 11	Стил учења
Активни (ACT)	-11a -9a	-7a -5 a	-3a -1a 1b 3b	5b 7b	9b 11b	Рефлексивни (REF)
Сензорни (SEN)	-11a -9a	-7a -5 a	-3a -1a 1b 3b	5b 7b	9b 11b	Интуитивни (INT)
Визуелни (VIS)	-11a -9a	-7a -5 a	-3a -1a 1b 3b	5b 7b	9b 11b	Вербални (VRB)
Секвенцијални (SEQ)	-11a -9a	-7a -5 a	-3a -1a 1b 3b	5b 7b	9b 11b	Глобални (GLO)

Према томе, детаљнији опис стилова учења студената омогућава тачнију прилагодљивост LMS-а. Ако је познат само преферирани тип, ове информације не укључују колико јак студент припада овом типу. Ако је склоност студента слаба и прилично блиска другом типу, његове/њене потребе могу бити другачије него за студента који има јаку склоност према истом типу. Коришћењем скале између -11 и 11 за сваку димензију, мери се преференција стила учења и тај преференцијал се може укључити када се обезбеђује прилагодљивост. Због тога се такође може представити и третирати и слаба преференција стила учења. Разликовање између јаких и слабих преференција је посебно важно када се ради о више од једне димензије. У овом случају, димензије могу имати преклапања или чак супротне импликације за обезбеђивање прилагодљивости. Због тога је раздвајање од суштинског значаја да бисмо могли да се фокусирамо на обезбеђивање курсева који подржавају јаке преференције стила учења.

Дакле, стабилност стилова учења је контраверзно питање. Док неки модели стилова учења сматрају стилове учења стабилним, други тврде да се могу често мењати. FSM сматра стилове учења „флексибилно стабилним“, тврдећи да претходна искуства учења и други фактори околине формирају стилове учења студената [61]. Сходно томе, стилови учења имају тенденцију да буду мање или више стабилни, али се могу променити током времена, на пример, ако студенти унапређују своје слабе преференције. Због мање или више стабилног карактера стилова учења према FSM, адаптивни систем се може прилагодити стиливима учења студената и обезбедити им адаптивни садржај који им помаже у учењу. С друге стране, због могућности промене стилова учења студената, адаптивност се

може користити и за постизање дугорочног циља учења, односно за унапређење и обуку слабих способности студената како би им се омогућило да уче и из материјала који не одговара њиховим преферираним стиловима учења. Поред свега, FSM се разликује од других модела стилова учења у смислу разматрања тенденција стилова учења, што значи да студенти имају склоност ка специфичном стилу учења, али да се у неким ситуацијама могу понашати другачије. Укључујући концепт тенденција, опис стилова учења узима у обзир и изузетке и ванредне ситуације. Међутим, концепт тенденција, с друге стране, подразумева да приступ моделовању студената мора да узме у обзир да, на пример, студент са активним стилем учења такође понекад делује рефлексивно. Такође, у погледу адаптивности, то показује да, када се студентима препоручује адаптивни курс, у исто време студентима треба пружити прилику да приступе свим расположивим ресурсима у предмету, а не да ограничавају студенте на препоручени материјал.

Осим тога, FSM се често користи у технологији која побољшава учење, а такође и у адаптивним LMS. Као што се може видети из описа адаптивних система с обзиром на стилове учења у трећем поглављу, FSM је најчешће коришћен модел стила учења, где неки системи укључују цео модел, а неки системи укључују само неке димензије FSM-а. Међутим, неки истраживачи чак тврде да је FSM најприкладнији модел стила учења за учење уз помоћ технологије [65], [66].

## **2.2. ИМПЛИКАЦИЈЕ СТИЛОВА УЧЕЊА НА ОБРАЗОВАЊЕ**

Многи теоретичари и истраживачи образовања сматрају стилове учења важним фактором у процесу учења и слажу се да њихово укључивање у образовање има потенцијал да студентима олакша учење. Felder [11], Silverman [14] и Samyürek [67] су, на пример, тврдили да студенти који имају јаку преференцију за одређени стил учења могу имати потешкоћа у учењу ако њихов стил учења није подржан од стране наставног окружење. Дакле, са теоријске тачке гледишта, може се тврдити да инкорпорирање стилова учења студената олакшава учење и повећава њихову ефикасност учења. С друге стране, студенти који нису подржани од стране окружења за учење могу имати проблеме у процесу учења.

Стилови учења се могу разматрати на различите начине у образовању. Први корак је да се студенти упознају са својим стиливима учења и покажу им њихове индивидуалне снаге и слабости. Знање о њиховим стиливима учења помаже студентима да схвате зашто им је учење понекад тешко и представља основу за развијање њихових слабости [68].

Такође, студенти се могу подржати усклађивањем наставног стила са њиховим стиливима учења. Због природе стилова учења, пружање материјала за учење и активности које одговарају њиховим преферираним начинима учења изгледа да има велики потенцијал да им олакша учење. Међутим, приступ упаривања има краткорочни циљ, односно да се учење учини што лакшим у време када студенти уче. Међутим, гледајући дугорочне циљеве, теоретичари образовања као што су Ford [42] и Dunn [15] сугерисали су да студенти такође треба да унапреде вештине и склоности које не преферирају. Ford је тврдио да када студенти стекну више образовног искуства, од њих се захтева да се прилагоде различитим наставним методама и стиливима. Способност прилагођавања различитим стиливима наставе ће их припремити за важне животне вештине. На пример, ако вербалним студентима пружимо у одређеним сегментима само визуелне облике подучавања они ће такође развити и користи визуелне вештине. За Dunn-а [15], приступ неподударања је релевантан како би учење било занимљиво и изазовно за студенте, док с друге стране, Felder [11], [12], саветује против ненамерног, трајног неслагања између стилова подучавања и стилова учења. Сумирајући ове аспекте, може се извести закључак да приступ неподударања треба применити намерно и у зависности од усвојеног модела стила учења као и од потреба студената. У окружењу у којем студенти добијају свој индивидуални материјал за учење и активности, приступи упаривања и неусклађености могу се примењивати и на контролисан начин, у зависности од специфичних услова као што су тренутни циљ учења, искуство студената у одређеном предмету, њихова мотивација итд.

Мање интензиван приступ за наставнике је да подрже своје студенте укључивањем материјала за учење и активности у своје курсеве који се баве различитим стиливима учења, а не подучавањем на начин који задовољава само један стил учења. На пример, ако се материјал за учење састоји углавном од



апстрактног материјала, наставници могу укључити неке конкретне примере који подржавају конкретни стил учења или ако наставник углавном држи предавања у оквиру курса, може укључити неке активности групног рада како би подржали активне студенте. Бавећи се различитим стиловима учења, неке активности се поклапају са интезитетом знања студената, а неке са њиховим слабостима [69], [70], [55].

### **2.3. КРИТИКЕ И ИЗАЗОВИ СТИЛОВА УЧЕЊА**

Тренутно постоји много модела стилова учења, од којих сваки интегрише неке аспекте учења, а неки се међусобно преклапају. Овај велики број модела стилова учења доводи до критике и питања како у образовање уградити све различите димензије стилова учења, или из практичнијег становишта, који модел стила учења је најрелевантнији и који ће се користити. Штавише, сличности и односи између ових различитих модела стилова учења и димензија углавном нису елаборирани. Стога је изазов области стилова учења да спроведе истраживање које укључује све моделе и димензије стилова учења, унесе јасноћу у његове међусобне односе као и према другим релевантним факторима учења (нпр. когнитивни стилови и когнитивне способности), проценити их како би идентификовали главне моделе/димензије стилова учења и развили холистички модел који интегрише све релевантне аспекте стилова учења.

Штавише, треба разјаснити контроверзна питања као што је питање да ли су стилови учења стабилни или не током времена, предмета и окружења. У зависности од основних идеја које стоје иза модела стилова учења, теоретичари износе различите тврдње о степену стабилности у оквиру својих модела стилова учења. На једној крајности овог дискурса, теоретичари дефинишу стилове учења сличне стратегијама учења и стога као флексибилне и променљиве од контекста до контекста, па чак и од задатка до задатка [11], [63], [55]. Неки теоретичари [28], [50], виде стилове учења као „флексибилно стабилне“, тврдећи да претходна искуства учења и други фактори околине формирају стилове учења студената. Други [5] и [68], снажно повезују стилове учења са когнитивним способностима и тврде да су они стабилни током дугог временског периода или их чак виде као дате од Бога и да се не могу променити. Међутим, на основу инкорпорације одређених

димензија у различите моделе са различитим идејама о стабилности, јављају се контроверзна питања. Због тога су потребна будућа истраживања како би се разјаснила стабилност специфичних димензија као и модела стилова учења.

Друго питање критике бави се импликацијама стилова учења у образовању. Иако се чини да је ефикасност приступа упаривања интуитивна и да је једна од најпопуларнијих препорука, подржана теоријама образовања, недоследни резултати који се добијају студијама које се баве истраживањем ефеката на постигнуће када се дају усклађена и неусклађена упутства за студенте са различитим стилима учења. До сада не постоје значајни, неспорни и чврсти емпиријски докази да приступ упаривања има значајан позитиван ефекат на постигнућа студената [45]. Према Snow [71], познато је неколико разлога за такве недоследне резултате у области истраживања интеракције способности и третмана. Ограничења могу укључивати малу величину узорака, скраћене третмане, специјализоване конструкте способности или стандардизоване тестове, и недостатак концептуалне или теоријске везе између способности и захтева за обраду информација третмана. Овај закључак показује да је потребно више квалитетног истраживања да би се стекла јасна слика о утицају специфичних стилова учења и других фактора на постигнуће.

Међутим, главна критика у вези са приступом упаривања је да је упаривање једноставно нереално, с обзиром на захтеве флексибилности које би се постављали наставном кадру [72]. У традиционалном учењу, наставници би морали рутински да мењају свој стил подучавања да би се прилагодили различитим стилима учења. Дакле, изводљивост приступа упаривања зависи од броја студената и од усвојеног модела стила учења [73]. Zwanenberg, Wilkinson и Anderson [63], на пример, праве разлику између два стила учења, где Honey и Mumford предлажу четири типа студената, и FSM где студенти могу имати до 625 различитих стилова учења када распоређују сваку од четири димензије у пет група (нпр. јако активно, умерено активно, неутрално, умерено рефлексивно, јако рефлексивно). Због тога, наставници можда неће имати капацитет да сваком студенту пруже индивидуалну комбинацију материјала за учење и активности чим се повећа број студената и број различитих стилова учења. Међутим, у технолошком побољшаном учењу, промена стилова наставе за сваког студента и

самим тим прилагођавање курсева индивидуалним потребама студента је могуће, чак и за велики број различитих стилова учења и готово независно од броја студената. Много се истражује у области адаптивних образовних система, а у последње време све више истраживања [32], [38] и [74] се баве личним карактеристикама студента, као што су стилови учења.

Поред тога, неопходна су даља истраживања у вези са неусклађеношћу наставних стилова и стилова учења, њиховог утицаја на учење, и потребних услова када је таква неусклађеност корисна у смислу било да подржи студенте и учини учење занимљивијим за њих или да постигне дугорочне циљеве приморавајући их да превазиђу своје слабости.

Критички се може гледати и на метод за мерење стилова учења. Већина модела стилова учења обезбеђује упитник, где се студенти питају о њиховим преференцијама у односу на модел стила учења. Ови упитници отварају неколико проблема. Наиме, упитници се генерално, морају бавити проблемом да дати одговори можда не одговарају стварном понашању које истраживачка питања имају за циљ. Употреба упитника уопште и као инструмента за идентификацију стилова учења заснива се на неколико претпоставки. Као прво, претпоставља се да су студенти мотивисани да правилно попуне упитник и по свом најбољем сазнању о својим преференцијама. Додатно, попуњавање упитника о преферираном начину учења захтева да студенти буду свесни свог преферираног начина учења. Поред тога, коришћење упитника за идентификацију стилова учења је у основи претпоставке да су стилови учења стабилни током дужег временског периода. Међутим, као што је раније речено, стабилност стилова учења је још увек контроверзно питање. Чим се стилови учења промене, резултати упитника више не важе и студенти би то морали да ураде поново како би идентификовали своје нове стилове учења. Међутим, овај приступ би покренуо нова питања, која се односе на то како препознати када се стил учења променио и како мотивисати студенте да попуне упитник неколико пута.

Из свих ових аргумената о упитницима може се извести закључак да се упитници морају носити са неколико проблема и ограничења. Људи који користе такве упитнике за идентификацију стилова учења стога треба да буду свесни ових проблема и ограничења, као и да узму у обзир ограничења упитника када тумаче

резултате. Пошто је правилна идентификација стилова учења кључно питање, изазов је развити приступ који мери стилове учења прецизније и поузданије, минимизирајући степен утицаја или ограничења других фактора. Сумирајући овај одељак, може се закључити да још увек постоји неколико контроверзи и нерешених проблема у области стилова учења. Чини се да смо још увек далеко од холистичког модела стилова учења који интегрише све релевантне аспекте стилова учења и пружа јасно разумевање, на пример, о стабилности стилова/димензија учења и њихових ефеката на учење. Међутим, контроверзе и критике стилова учења показују изазове у овој области. Ова теза бави се неким од изазова и уводи нове приступе који доприносе приближавању решавању неких од наведених проблема.

## ТРЕЋЕ ПОГЛАВЉЕ

### 3. АДАПТИВНИ ОБРАЗОВНИ ХИПЕРМЕДИЈСКИ СИСТЕМИ

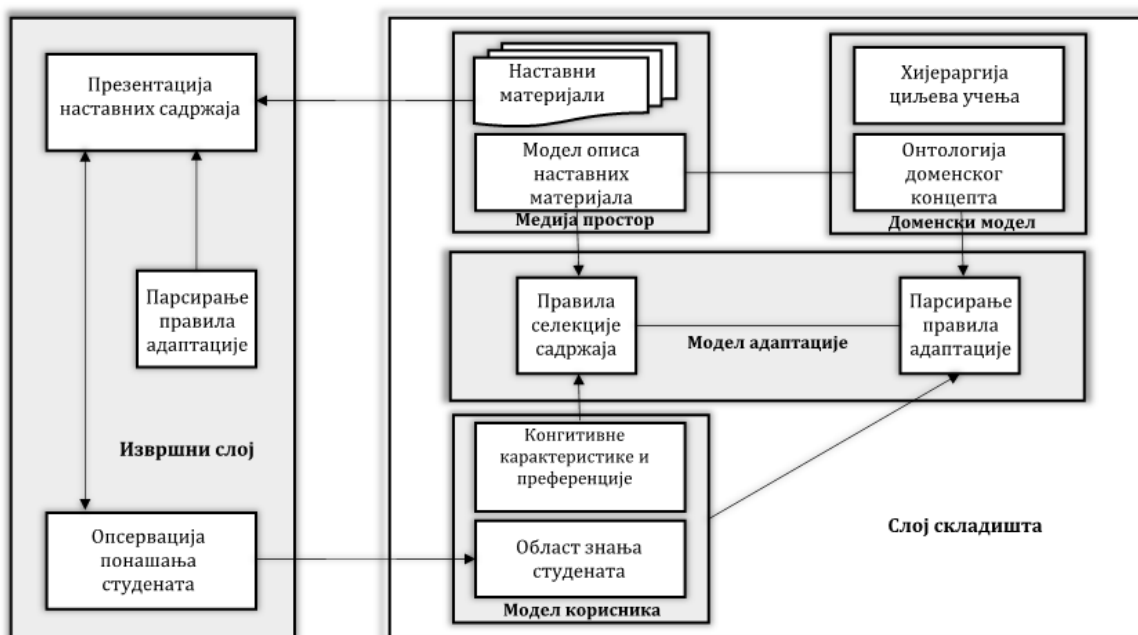
#### 3.1. ПРЕГЛЕД АДАПТИВНИХ СИСТЕМА ЗА Е-УЧЕЊЕ

Хипермедиијски системи засновани на Вебу постају све популарнији као алати за вођење студената ка приступу информацијама. Они обично нуде студентима пуно слободе да се крећу кроз велики хиперпростор. Нажалост, ова богата структура веза хипермедиијских апликација узрокује озбиљне проблеме употребљивости, као на пример:

- Типичан хипермедиијски систем свим корисницима представља исте везе на страници. Да би се елиминисали проблеми са навигацијом, систем би сваком студенту требало да понуди (неке) персонализоване везе или алате за навигацију (као што је табела садржаја или мапа). Систем би стога требало да узме у обзир оно што је студент раније прочитао, а могуће и оно што је студентово интересовање; и
- Навигација на начине које аутор није предвидео такође изазива проблеме са разумевањем за студента: за сваку страницу, аутор курса прави претпоставку о томе какво предзнање студент има када приступа тој страници. Међутим, ово је немогућ ауторски задатак јер постоји више начина да се дође до странице него што било који (људски) аутор може да предвиди. Страница је увек представљена на исти начин. Ово може довести до тога да корисници посећују странице које садрже сувишне информације и странице које не могу у потпуности да разумеју јер им недостаје извесно очекивано предзнање.

Дакле, хипермедиијске апликације стварају проблеме са разумевањем и оријентацијом због своје богате структуре веза. Адаптивна хипермедиија покушава

да ублажи ове проблеме обезбеђујући да су понуђени линкови и садржај страница са информацијама прилагођени сваком појединачном студенту. Ово се ради одржавањем корисничког модела. Већина адаптивних хипермедијских система (или скраћено АХС) је усмерена на једну специфичну примену. Они обезбеђују механизам за одржавање корисничког модела и за прилагођавање садржаја и структуре линкова.



Слика 3.1 | Архитектура АХС-а – основни елементи, прилагођено према [75].

АХС имају за циљ превазилажење ових проблема пружањем прилагодљиве подршке за навигацију и адаптивног садржаја. Адаптација (или персонализација) се заснива на корисничком моделу који представља релевантне аспекте студената као што су преференције, знања и интересовања. Систем прикупља информације о студенту посматрањем употребе апликације, а посебно посматрањем понашања студента приликом прегледања наставног садржаја [76].

У наредним пододељцима је поменуто велики број система – неки од њих су комплетни и потпуно функционални системи, други – у развоју или у виду засебних алата или модула. Дакле, ово поглавље даје преглед познатих АХС е-учења према теоријским приступима адаптивног учења које примењују, и према

карактеристикама студента, моделу предметне области и приступима модела прилагодљивости.

### 3.1.1. ПРИМЕРИ АДАПТИВНИХ СИСТЕМА Е-УЧЕЊА ПРИМЕЊЕНИХ У ПРАКСИ, ПРИМЕНОМ НЕКИХ ОД ТЕОРИЈСКИХ ПРИСТУПА АДАПТИВНОМ УЧЕЊУ

#### 3.1.1.1. ALICE

Пројекат ALICE (енгл. *Adaptive Learning via an Intuitive/Interactive, Collaborative, Emotional systems*) има за циљ изградњу иновативног адаптивног окружења за е-учење комбинујући аспекте персонализације, сарадње и симулације у оквиру афективног/емоционалног приступа који може да допринесе превазилажењу наведених ограничења актуелних система и садржаја е-учења. Другим речима, предложено окружење ће бити интерактивно, изазовно и свесно контекста, док ће студентима омогућити да захтевају оснаживање, друштвени идентитет и аутентично искуство учења [77].

Дефинисани систем ће моћи ефикасно да укључи студенте у образовне, културне и информативне активности у два специфична контекста: универзитетска настава (са посебним нагласком на научне теме) и обука о ванредним ситуацијама и цивилној одбрани (као на пример понашање које треба предузети на личном и колективном нивоу када се појави опасност од великог ризика).

ALICE је пројекат који суфинансира Европска комисија. Има за циљ да дефинише моделе, методологије и прототип софтверских компоненти које могу да реше неке од најрелевантнијих проблема актуелних система и алата за е-учење као што су:

- недостатак интеракције: најчешће је једина доступна интеракција да кликнете на дугме „следеће“ да бисте прешли кроз представљени материјал;

- недостатак изазова: материјал без изазова чини искуство учења непривлачним и обесхрабрује напредак;
- недостатак оснаживања: студент очекује да контролише искуство учења, док, често, искуство учења контролише и ограничава студента; и
- недостатак друштвеног идентитета: студент је често изолован од својих вршњака, смањујући сарадњу и учење постигнуто кроз друштвену интеракцију.

#### **3.1.1.2. COSMO**

COSMO је систем који прати конструктивистичко-сараднички приступ. COSMO укључује анимираног педагошког агента (који личи на живу особу) чији се израз лица, тон гласа, гестови итд. динамички мењају као одговор на његове интеракције са корисницима. Према креаторима система, педагошки агенти овог типа играју веома важну улогу с једне стране као саветници за усмеравање студента у онлајн учење, а с друге – за одржавање мотивације у раду са системом [78].

#### **3.1.1.3. ELEKTRA**

ELEKTRA је пример адаптивног система учења развијеног у оквиру пројекта Европске уније под називом: "Enhanced Learning Experience and Knowledge Transfer", пратећи микро-адаптивни приступ [79]. Савремени микро-адаптивни системи често користе технике вештачке интелигенције. ELEKTRA имплементира концепт микро-прилагодљивости, у којем учење засновано на игрици интелигентно прати и тумачи понашање студента у виртуелном свету игре на ненаметљив начин, уграђен у ток игре.

#### **3.1.1.4. PLATO**

PLATO или програмирана логика за аутоматске наставне операције (енгл. Programmed Logic for Automated Teaching Operations) се сматра једним од



најуспешнијих рачунарских система у историји учења уз помоћ технологије. Развијен на Универзитету Илиноис крајем 70-тих година прошлог века и подржавао је на хиљаде графичких терминала широм света и радио је на десетине мејнфрејм рачунара повезаних са рачунарским мрежама [80]. Најновије верзије PLATO-а су активно коришћене до 2006. године. ПЛАТО систем прати макро-адаптивни приступ учењу, нудећи могућности за прилагођавање углавном на основу постигнутих резултата. Курсеви које је покривао укључивали су широк спектар језика попут латинског, наставних тема из математике, хемије и још много тога.

### **3.1.1.5. е-ТРАСК**

е-ТРАСК је адаптивни систем учења, који прати приступ, базиран на склоности студента. Један од најновијих трендова у овом приступу односи се на когнитивни капацитет за обраду информација студента, отпочињући стварање адаптивних система е-учења који интегришу теорију когнитивног оптерећења [81]. Систем е-ТРАСК има за циљ да развије вештине код наставника да користе ИКТ у настави или у обезбеђивању садржаја за е-учење на основу модела Technological Pedagogical and Content Knowledge (ТРАСК). е-ТРАСК је дизајниран да посебно подстакне наставнике да унапреде своје вештине у томе како да предају тему користећи специфичне ИКТ алате – углавном ангажовањем наставника у дизајнирању сценарија оријентисаних на студенте и заснованих на ИКТ. Систем постиже прилагодљивост засновану на персонализованом путу учења, узимајући у обзир ниво менталног напора (опаженог менталног напора) студента у односу на сценарио који систем обезбеђује.

### **3.1.2. КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА РЕПРЕЗЕНТАТИВНИХ ПРИМЕРА АДАПТИВНИХ СИСТЕМА**

У оквиру три различита становишта, битна у реализацији прилагодљивости, карактеристика студента, модел предметне области и модел адаптације, следећи системи су упоређени у наставку: АНА! 3.0, ADAPT-2, CS383, INSPIRE, LSAS, LearnFit,

MANIC, MASPLANG, Protus 2, TANGOW, eTeacher, iWeaver, WELSA, Whurle 2.0. Системи се разликују по свом фокусу на приступе моделирању студената, карактеристике студената, моделе предметне области, методе прилагођавања, као што је приказано у Табелама 3.1. - 3.3.

### **3.1.2.1. АНА! 3.0**

Савремени веб сајтови се обично користе као комуникациони канал и нуде значајан број информација за различите типове студената и могућност да сваки студент пређе на сајт на начин на који студенти желе [6]. АНА! верзија 3.0 или „Адаптивна хипермедијска архитектура“ (енгл. Adaptive Hypermedia Architecture), првобитно је развијена да подржи онлајн курс са неким корисничким упутствима кроз условна (додатна) објашњења и условно скривање линкова [82], [83].

АНА! 3.0, као адаптивна хипермедијска архитектура, разликује се од већине АХС [76]:

- Одваја кориснички интерфејс од корисничког моделирања и адаптивних карактеристика, омогућавајући апликације које изгледају веома различито, али су засноване на истом АХС;
- Пружа прилагодљиву презентацију садржаја кроз условне фрагменте, користећи стандард HTML конструкција;
- Обезбеђује прилагодљиво означавање линкова или скривање путем употребе HTML класа и веза;
- То је отворена архитектура која омогућава другим апликацијама да преузимају и уpload-ују модел студента кроз једноставне HTTP захтеве.

### **3.1.2.2. ADAPT<sup>2</sup>**

ADAPT<sup>2</sup> (енгл. Advanced Distributed Architecture for Personalized Teaching and Training) је напредна дистрибуирана архитектура за персонализовану наставу и

обуку. Оквир ADAPT<sup>2</sup> је намењен пружању услуга персонализације и прилагођавања за програмере садржаја којима недостаје персонализација [6].

### **3.1.2.3. CS-383**

CS-383 је један од првих адаптивних образовних система који имплементира FSM [84]. Систем обезбеђује прилагодљивост засновану на три од четири димензија FSM (сензорним/интуитивним, визуелним/вербалним и секвенцијалним/глобалним) [6]. На почетку курса, студенти се експлицитно процењују применом упитника Felder-Solomon индекса стилова учења (ILS) за идентификацију преферираних стилова учења. Резултат упитника се чува у сваком профилу студента. Систем захтева од студената да изврше одређене селекције и на тај начин их мотивише да буду активнији, а самим тим и да постигну већу ефикасност.

Систем нуди наставни садржај који се састоји од неколико секција, као што су слајдови, екстерне везе, дигиталне библиотеке и мултимедијални садржај. На основу корисничког идентификованог стила, систем одређује који део наставног плана и програма ће приказати.

Развијени CS-383 пружа свеобухватну колекцију медијских објеката који подржавају пренос информација као што су пројекције слајдова, хипертекст, циљеви лекције, систем одговора, дигитална библиотека, дигитални филмови и аудио [85]. У CS-383, сваки тип медија је оцењен на нивоу опсега од 0 до 100 да би се одредио степен подршке сваком стилу учења. На пример, дигитални филм подржава визуелну особу са 100, вербалну са 80, секвенцијалну са 40 и глобалну са 30. Овај број оцене се чува у студентском профилу да би се створила HTML страница која садржи уређену листу медијских елемената лекције. Лекција је представљена сваком студенту на сортираној листи рангираној од највише до најнеповољније на основу идентификованих стилова учења који су сачувани у профилу студента. Систем нуди студенту могућност да преуреди ове објекте у аранжману који сматра одговарајућим за њихове индивидуалне стилове учења. Студент затим секвенцијално бира линкове медијских елемената лекције како би истражио

материјал курса одређеним редоследом. Адаптација се стога врши на нивоу презентације сортирањем медијских елемената према одговарајућим стиловима учења [84].

#### **3.1.2.4. INSPIRE**

INSPIRE (енгл. Intelligent System for Personalised Instruction in a Remote Environment) је адаптивни хипермедијски систем који персонализује презентацију материјала за учење на основу стила учења. Истовремено, систем нуди адаптивне путеве учења засноване на нивоу знања студента и пружа могућност корисницима да интервенишу у току процеса израде лекције као и да мењају свој кориснички модел [86]. С тим у вези, INSPIRE може да делује као прилагодљиви и адаптивни систем. Поред тога, систем нуди навигацију кроз образовни садржај, који се генерише на основу корисничког профила пријављеног студента. Honey& Mumford [55], је модел који се користи за одређивање најприкладнијег стила за студенте.

#### **3.1.2.5. LSAS**

LSAS (енгл. Learning Style Adaptive System) је хипермедијски образовни систем који укључује редослед страница и структуре, користећи два различита стила презентације шаблона корисничког интерфејса како би се задовољиле преференције студената. Систем укључује само секвенцијалну димензију FSM. Као и у другим системима, упитник се користи за одређивање стила учења студента. Прилагодљивост се спроводи кроз два различита корисничка интерфејса. За студенте, који по FSM спадају у категорију узастопних корисника, свака страница садржи неколико малих секција са текстуалним информацијама, без додатних веза. За глобалне студенте, странице садрже елементе као што су листа (садржаја) наставног садржаја, преглед и закључак о садржају странице, одељак са додатним линковима који су у вези са текстом и сл. Студенти користе везе за навигацију кроз садржај [87].

### 3.1.2.6. LEARNFIT

LearnFit је додаток за Moodle дизајниран да обезбеди прилагодљивост на основу преференција студената. Студенти су груписани према њиховом стилу учења. Бајесове мреже се користе за моделирање стила учења [88]. Алат је веб-базирана апликација која има два нивоа и имплементирана је са Linux, CSS, PHP, AJAX и MySQL Server окружењу. Упркос чињеници да је овај систем дизајниран и имплементиран као опште адаптивно управљање учењем за различите курсеве и дисциплине, прва потпуно имплементирана и тестирана верзија била је за курс програмског језика који је погодан за дизајнирање да помогне студентима у учењу. Главни функција LearnFit система је да препоручи корисне и занимљиве материјале припремљене у оквиру одговарајућег курса студентима на основу њихових преференција у контекст е-учења [89].

### 3.1.2.7. MASPLANG

MASPLANG (енгл. Multi-Agent System PLANG<sup>6</sup>) је адаптивни мултиагентски хипермедијски систем за е-учење развијен на Универзитету у Ђирони, Шпанија. MASPLANG нуди персонализовани садржај, персонализоване алате за навигацију и стратегије навигације у зависности од стила учења и когнитивног стила студента [90]. Систем је развијен у циљу надоградње постојећег система учења новим компонентама које ће увести прилагодљивост система и прилагођавање наставних садржаја на основу потреба студента, њиховог нивоа познавања градива и њиховог одговарајућег стила учења. FSM се користи за одређивање стила учења студената. Систем подржава прилагодљивост на основу стила учења у циљу одабира најприкладнијег формата у коме треба да се презентују наставни садржаји. Решења предложена у CS-383 се користе као референца за прилагодљивост. И у овом систему резултати спроведене анкете су кључни за одређивање стила учења студента.

---

<sup>6</sup> PLANG – PLAtforma de Nueva Generati6n.

### **3.1.2.8. MANIC**

MANIC (енгл. Multimedia Asynchronous Networked Individualized Courseware) нуди наставни садржај кроз слајдове и аудио материјале. Слајдови се генеришу динамички на основу нивоа предзнања студената и њихових карактеристика. Систем не укључује ниједан модел за одређивање стила учења, али укључује различите аспекте неколико модела за одређивање стила учења, пре свега FSM. Систем користи наивни Бајесов класификатор да открије карактеристике студената. Карактеристике студената се процењују кроз интеракцију студената са системом, пре свега када бирају које делове наставног плана и програма желе да користе, а које не [91].

### **3.1.2.9. TANGOW**

TANGOW (енгл. Task-based Adaptive learner Guidance On the Web), је систем заснован на две димензије FSM (сензорним/интуитивним, и секвенцијалним/глобалним) који прилагођава структуру курса и редослед активности учења профилу студента. Систем је дизајниран за изградњу веб-базираних курсева на основу наставних задатака и правила. Задаци су представљени наставним знањима која треба постићи. Курсеви развијени у TANGOW систему су прилагођени студентима узимајући у обзир њихове сопствене карактеристике (као што су узраст, језик, итд.) заједно са радњама које они обављају током процеса учења [92]. Постоји структура по студенту у којој се чува путања коју овај студент прати током интеракције са системом. Ова путања се враћа на почетку сваке сесије. Курсеви којима управља систем описани су у смислу наставних задатака и правила. Наставни задаци одговарају концептуалним основним јединицама које дефинише дизајнер курса, док правила прецизирају однос између наставних задатака [93].

Када се студент први пут пријави у систем, од њега се тражи да попуни ILS упитник. Резултат упитника који идентификује стилове учења се чува у моделу студента. Модел студента се аутоматски ажурира праћењем радњи студента на курсу. Садржај предмета се дефинише као листа медијских елемената који се

односе на наставни задатак. Према задатку који студент одабере, систем генерише одговарајућу веб страницу [5].

#### **3.1.2.10. eTEACHER**

eTeacher је још један пример система за е-учење који користи интелигентног агента и динамичко моделирање студената на основу стилова учења. Систем нуди прилагодљиво вођење и упутства у интеракцији студената са окружењем [94]. eTeacher посматра понашање студента док похађа онлајн курсеве и аутоматски прави профил студента. Овај профил се састоји од студентовог стила учења и информација о учинку студента, као што су урађене вежбе, проучаване теме, резултати испита. Као и код, LearnFit-а, стил учења студента се аутоматски детектује на основу радњи корисника у систему е-учења који користи Бајесове мреже. Затим, eTeacher користи информације садржане у профили студента како би проактивно помогао студенту тако што ће му сугерисати персонализоване токове деловања који ће му помоћи током процеса учења [94].

#### **3.1.2.11. PROTUS 2.1**

Protus 2.1 (енгл. PRogramming TUtoring System), систем за персонализовано е-учење у програмирању, који је у потпуности заснован на технологијама и стандардима семантичког Веба. Персонализација и прилагодљивост у Protus-u 2.1 су два типа – персонализација заснована на стилу учења за сваког студента и персонализација заснована на издвајању најчешћих секвенци радњи студента [95].

#### **3.1.2.12. WELSA**

WELSA (енгл. Web-based Educational system with Learning Style Adaptation) је интелигентан и прилагодљив систем учења. Примењују се технике адаптивне

хипермедије, као и технике вештачке интелигенције за прилагодљивост процеса учења [74].

### 3.1.2.13. iWEAVER

*iWeaver* је адаптивни хипермедијски систем чија је архитектура заснована на *Dunn* и *Dunn*-овом моделу стилова учења (енгл. *Dunn&Dunn's Learning Style Model*) [96]. Систем инкорпорира неколико аспеката поменутог модела и покушава да постигне баланс између сазнајних, навигационих и наставних садржаја. *iWeaver* подржава различите стилове учења кроз четири доступна формата садржаја. Дакле, за студенте који су категорисани као визуелни, садржај је представљен текстом, сликама, дијаграмима, илустрацијама. За студенте из категорије која преферира практичну реализацију доступна је интерактивна верзија наставних садржаја, док се за студенте из категорије аудио наставног садржаја презентује путем аудио материјала. Најприкладнији стил учења за студенте се одређује коришћењем упитника који се налази у *Dunn* и *Dunn*-овом моделу. Поред тога, систем поставља и додатна питања студентима након завршетка одређене наставне јединице, која се односе на то да ли је формат у коме се наставни садржаји презентују за њих прихватљив. Систем узима у обзир одговоре при извођењу следећих наставних садржаја [96].

### 3.1.2.14. WHRULE 2.0

*Whrule 2.0* (енгл. *Web-based Hierarchical Universal Reactive Learning Environment*) је адаптивни Веб-базирани образовни систем (енгл. *AdaptiveWeb-based Educational System - AWBES*) који прилагођава садржај визуелно-вербалним преференцијама студената модерним LMS-ом, трансформацијом његове целокупне архитектуре у дистрибуирани Веб сервис [6], [97], [98].



**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

---

**Табела 3.1** | Модел студента

<b>Систем</b>	<b>Моделоване карактеристике студента</b>	<b>Модел стила учења</b>	<b>Метод прикупљања података</b>
<b>АНА! 3.0</b>	Преференције Стил учења	Felder-Silverman Model	Упитник
<b>ADAPT-2</b>	Стил учења	Felder-Silverman Model	Активност студента Упитник
<b>CS-383</b>	Стил учења	Felder-Silverman Model	Упитник
<b>INSPIRE</b>	Ниво знања Стил учења	Honey&Mumford Model	Упитник
<b>LSAS</b>	Стил учења	Felder-Silverman Model	Упитник
<b>LearnFit</b>	Преференције Стил учења	Myers-Briggs Type Indicator	Упитник Активност студента
<b>MANIC</b>	Преференције Стил учења	Felder-Silverman Model	Упитник
<b>MASPLANG</b>	Ниво знања Стил учења	Felder-Silverman Model	Упитник Активност студента
<b>Protus 2.1</b>	Стил учења	-	Активност студента
<b>TANGOW</b>	Ниво знања Стил учења	Felder-Silverman Model: само два индикатора – разумевање и перцепција	Упитник
<b>eTeacher</b>	Постигнућа Стил учења	Felder-Silverman Model: само три индикатора – обрада, разумевање и перцепција	Упитник Активност студента
<b>iWeaver</b>	Преференције	Dunn&Dunn Model	Упитник
<b>WELSA</b>	Стил учења	Unified Learning Style Model	Активност студента
<b>Whurle 2.0</b>	Преференције	-	Активност студента

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

---

**Табела 3.2 | Модел предметне области**

Систем	Презентација модела	Стандард за студенте	Предметна област
<b>АНА! 3.0</b>	Хијерархијска мрежа: појмови и њихове везе и односи	Нема	Адаптивна хипермедија
<b>INSPIRE</b>	Хијерархијска мрежа: циљеви (теме које треба проучавати), концепти (сродне лекције) и материјали за учење (чињенице, процедуре, вежбе)	ARIADNE инфраструктура – мета подаци	Архитектуре рачунара
<b>LearnFit</b>	Хијерархијска мрежа: Курс, поглавље, концепт и објекат учења	IEEE	Увод у PHP програмирање
<b>MANIC</b>			
<b>MASPLANG</b>	Хијерархијска мрежа: појмови, процедуре, чворови и њихове везе	Нема	Рачунарске мреже: TCP/IP протоколи
<b>Protus 2.1</b>	Хијерархијска мрежа: Теме, лекције и материјали за учење	Нема	Принципи програмирања
<b>TANGOW</b>	Хијерархијска мрежа: Задаци, подзадаци и материјали за учење	Нема	Рачунарске теорије
<b>eTeacher</b>	Хијерархијска мрежа: курс, секција, теме и материјал за читање	Нема	Искусвени интелект
<b>iWeaver</b>	Хијерархијска мрежа: скуп лекција	Нема	Веб дизајн и интерактивна мултимедија
<b>WELSA</b>	Хијерархијска мрежа: Курс, секција, подсекција и објекти учења	Наставна онтологија - Dublin Core метадата	Искусвени интелект

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

---

**Табела 3.3** | Модел прилагодљивости

Систем	Адаптивна презентација	Адаптивна навигација
<b>АНА! 3.0</b>	Сакривање фрагмента, различите медијски формати истог садржаја за учење, прошириви текст	Директно циљање, сортирање линкова
<b>INSPIRE</b>	Различити медијски формати истог образовног садржаја	Генерисање линкова, директно циљање, коментар на линку, сортирање линкова
<b>LearnFit</b>	Различити медијски формати истог образовног садржаја	Генерисање веза, директно циљање
<b>MANIC</b>		
<b>MASPLANG</b>	Различити медијски формати истог образовног садржаја	Директно циљање, скривање линкова, напомена веза
<b>Protus 2.1</b>	Различити медијски формати истог образовног садржаја	Генерисање веза, директно циљање
<b>TANGOW</b>	Генерисање фрагмената, различитих медијских формата истог образовног садржаја	Генерисање веза, директно циљање, сакривање веза, сортирање веза
<b>eTeacher</b>	Различити медијски формати истог образовног садржаја	Генерисање линкова, директно циљање, коментар на линку
<b>iWeaver</b>	Различити медијски формати истог образовног садржаја	Директно циљање, скривање линкова, сортирање линкова
<b>WELSA</b>	Генерисање исечака, сакривање исечака, прошириви текст, различити медијске формати истог садржаја учења	Сортирање веза

## ЧЕТВРТО ПОГЛАВЉЕ

### 4. ПРИЛАГОДЉИВОСТ У СИСТЕМИМА ЗА Е-УЧЕЊЕ

Софтверски систем за адаптивно учење има за циљ да прилагоди неке од својих кључних функционалности (нпр. обезбеђивање садржаја за учење, подршка навигацији курсевима, итд.) потребама и преференцијама студената. У том смислу, прилагодљивост се може посматрати као способност система да прилагоди своје понашање и обезбеди своју функционалност корисницима према њиховим преференцијама, образовним циљевима, стилу учења, нивоу знања, понашању у систему итд.

Прилагодљивост у оквиру платформи за е-учење је изграђена као одговор на чињеницу да је процес учења различит за сваког студента. Адаптивно учење је образовни приступ који пружа услуге адаптивног е-учења и материјале за учење посебно прилагођене за адаптивно учење. Циљ је да се комбинује способност разумевања и откривања специфичних потреба студената са одговарајућом педагошком стратегијом за побољшање процеса учења. Према првобитној идеји адаптивног е-учења, садржај адаптивног курса треба да буде прикладан за студенте различитих профила [26]. Ови профили могу да садрже информације о циљевима, преференцијама, нивоу знања, приказаним резултатима, стилу учења, психолошком профилу студента, итд. Прилагодљивост може бити индивидуална и групна. Често је садржај за учење дизајниран за групе студената који имају сличне вредности за један или више параметара профила студента. Што је курс више различитих група студената прилагођен, то је већи степен персонализације процеса учења [70].

Следећи пододељци разматрају е-учење и анализирају теоријске приступе адаптивном учењу.

#### 4.1. Е-УЧЕЊЕ

Е-учење је алтернатива традиционалном учењу где је наставни процес учења у електронском формату. Главна разлика између учења у виртуелном окружењу за учење и традиционалног учења је у томе што је е-учење свеобухватан и дуготрајан процес уместо краткорочних часова и улога наставника се мења у организатора, а не у преносиоца информација [99]. Е-учење има много псеудонима као што су:

- Виртуелно окружење за учење;
- Систем за електронско управљање учењем;
- Систем за управљање садржајем учења; и
- Управљано окружење за учење.

Ова листа није коначна. Виртуелно окружење за учење је рачунарски софтвер који користи текст, видео, аудио, анимацију, мрежу итд. у процесу учења наставе. Тренутно су на тржишту доступни и комерцијална и виртуална окружења за учење отвореног кода, а неки од популарних су DoceboLMS, Caroline, IBM LotusLMS, Socrateon, Blackboard Learning System, A Tutor, WebCT и Moodle [100]. Уопштено, е-учење се може изводити асинхроно или синхроно. Ако се процес учења одвија у реалном времену уз помоћ апликација као што су Webex, Zoom, Skype, Google Meet, итд, он је синхрони, а ако се одвија у самосталном темпу студента без стриктно одређеног времена и места за наставу, онда је асинхрони. Неке од минималних карактеристика које виртуелна окружења за учење треба да демонстрирају да су лака за коришћење, стабилна, робусна и прилагодљива. Како се број курсева и количина ресурса повећава, постоји потреба за процесом управљања да складишти ресурсе, ефикасно их дистрибуира и обезбеди. Главно питање у е-учењу је дељење и интероперабилност различитих ресурса између различитих система е-учења. За промовисање дељења и интероперабилности објављени су различити стандарди [101], [102].

## 4.2. ТЕОРИЈСКИ ПРИСТУП АДАПТИВНОМ УЧЕЊУ

Анализа предности и недостатака система адаптивног учења, као и евалуација приступа постизању прилагодљивости, незамислива је, без узимања у обзир и проучавања теоријских приступа који су историјски били основни у развоју ових система. Следи класификација и опис приступа адаптивног учења на основу њихове основне педагошке стратегије [103]:

- Макро-адаптивни приступ;
- Приступ заснован на способностима;
- Микро-адаптивни приступ; и
- Конструктивистичко-сараднички приступ.

### 4.2.1. МАКРО-АДАПТИВНИ ПРИСТУП

Макро-адаптивно приступ разматра адаптацију на тзв. макро нивоу, омогућавајући различите алтернативе при избору малог броја основних компоненти, које се одређују на почетку обуке и генерално се ретко мењају током обуке, као што су: циљеви учења, ниво детаља, системи испоруке садржаја итд., на основу профила и карактеристика студента. Ово је историјски најстарији приступ у имплементацији адаптивног учења. Често су корисници груписани и класификовани по класама или курсевима, а овде је персонализација наставног плана и програма за сваког појединачног студента веома слаба.

### 4.2.2. ПРИСТУП ЗАСНОВАН НА СПОСОБНОСТИМА

Приступ заснован на способностима нуди различите врсте инструкција и/или различите врсте медија за различите студенте и заснива се на идеји да би предвиђање исхода учења било ефикасније ако су вештине студента правилно

дефинисане [103]. Циљ приступа је проналажење веза између учења и способности студента. Основне класе способности идентификоване у неколико студија [13], [103], [94] укључују интелектуалне способности (као што су способности расуђивања и математичке способности), когнитивне стилове, стилове учења, претходно знање студента, анксиозност, мотивацију за постигнуће и самосталност. Такође, метакогнитивне способности (размишљање о сопственом мишљењу и његовом независном сврсисходном вођењу) сматрају се значајним у приступу заснованом на способностима, а проучава се њихов утицај на варијабле у адаптивним системима е-учења, као што је повратна спрега и контрола [8].

Један аспект приступа је контрола студената над процесом учења, у зависности од способности студената, дајући им потпуну или делимичну контролу над стилем наставе или путањом учења. Ford [42], дефинише три нивоа контроле: потпуну независност, делимичну контролу у датом сценарију задатка и фиксне задатке са контролом темпа. Неколико студија [9], [28], [29] је показало да успех различитих нивоа контрола студената у великој мери зависи од способности студената, нпр. добро је ограничити контролу за студенте са ниским нивоом знања. Недавно је когнитивни капацитет за обраду информација такође додат способностима које утичу на е-учење. Почиње стварање адаптивних система за е-учење који интегришу теорију когнитивног оптерећења [30]. Теорију когнитивног оптерећења развио је крајем 1980-их Sweller [104], али је од тада проучавао и даље развијао велики број аутора. Теорија је развој идеје да учење може бити олакшано кроз начин на који се информације представљају, узимајући у обзир ограничен капацитет радне меморије и неограничени капацитет трајне меморије у људском мозгу. У е-учењу, лако је подлећи искушењу да се истовремено обезбеде огромне количине информација путем различитих медија и препусти студентима да се баве асоцијацијама између звука и текста или слике и концепта, итд., што оптерећује когнитивне способности и доводи до ниске ефикасности учења. Бројне технике за смањење когнитивног оптерећења у е-учењу су предложене у [5], посебно за студенте који уче непознате садржаје учења или вештина.

#### 4.2.3. МИКРО-АДАПТИВНИ ПРИСТУП

Микро-адаптивни приступ дијагностикује специфичне потребе студената током учења и даје одговарајућа упутства и тактике за њихово задовољење [103]. Микро-адаптивни модели су динамички и користе временску природу способности и карактеристика студената (нпр. тренутно знање, ниво мотивације) као главни извор дијагностичких информација за изградњу адаптивног учења. Укључујући више варијабли које се односе на учење, типичан микро-адаптивни модел обезбеђује бољу контролу над процесом учења као одговор на потребе студената у поређењу са макро-адаптивним моделом. Праћење понашања и учинка студената, као што су индикатори погрешних одговора, закаснеле реакције, емоционално стање, итд., може се користити за оптимизацију кохерентности и стратегије учења на много прецизнији начин [70]. Већина микро-адаптивних модела је дизајнирана углавном да прилагоде две варијабле учења: количину садржаја који ће бити представљен и редослед презентације садржаја на основу квантитативног мерења карактеристика студената. Адаптивно е-учење у смислу микро-адаптивног приступа може се упоредити са индивидуалним учењем и треба га поделити на два главна процеса [68]:

- Дијагностички процес за процену карактеристика студената (способности, предзнање) и индикатора постављених задатака (ниво тежине, структура садржаја итд.); и
- Прописивање процеса, оптимизација интеракције између студената и задатака, систематско прилагођавање композиције и редоследа садржаја учења вештинама и најновијим достигнућима студената.

Овде је потребно дефинисати стратегију за избор оптималне количине тренинга и времена за постизање задатог циља учења.



#### 4.2.4. КОНСТРУКТИВНО-САРАДНИЧКИ ПРИСТУП

Конструктивно-сараднички приступ подржава колаборативно и конструктивистичко учење тако што укључује одговарајуће механизме за представљање знања, мотивацију и резоновање, као и сарадњу кроз адаптивно груписање. Кроз теорију конструктивистичког учења, студент игра активну улогу у процесу учења, изграђујући сопствено знање кроз искуство у контексту у којем је циљна предметна област интегрисана. Обука је фокусирана на природан начин учења, јер студенти међусобно деле своја искуства и знања. Према Gutierrez и сар. [105], конструктивизам одређује да студенти треба да уче једни од других колико и од наставника. У конструктивистичком дизајну учења, наставник интервенише ако студент који има проблем и не може да га реши ни уз помоћ својих колега или уз помоћ извора, базе података, и знања које поседује. Premlatha, Dharani и Geetha [106] тврде да конструктивистичко учење може искористити предности интелигенције система е-учења, укључујући механизме за представљање знања, расуђивање и доношење одлука. Дакле, адаптивни систем омогућава учење фокусирањем на начин на који се знање учи, узимајући у обзир контекст, активности учења, когнитивне структуре садржаја и продужење времена. Неки нови адаптивни системи е-учења узимају у обзир мотивационе факторе студената, комбинујући наставни план и програм са „мотивационим“ планом. Према Brusilovsky [27], планирање процеса учења може се поделити на два тока – планирање садржаја (за избор следеће наставне теме) и планирање испоруке (за одређивање начина на који ће се предавати изабрана тема). Мотивационе компоненте треба узети у обзир у планирању испоруке материјала за учење у систему е-учења [103]. Smith-Nash и Rice [107] имају за циљ да пронађу ефикасне начине да се персонализује избор активности у е-курсу на тему „Архитектуре рачунара и логички системи“ у Moodle окружењу у смислу конструктивистичког приступа студената. Студентима се даје могућност да сами одлуче који део наставног материјала ће пратити. Ово решење чини да се студенти осећају као да имају слободу да усмеравају своје учење и омогућавају нелинеаран прелаз кроз окружење за учење. Giridharan [108] приступа конструктивистичком приступу у

смислу различитих нивоа знања и искуства студената. Модел користи статистичке приступе да би одредио најприкладнији начин за представљање концепата учења студентима са различитим нивоима искуства. Да би се избегла употреба застареле статистике, овај приступ нуди и адаптивну верзију која може да обради повратне информације добијене од студената тако да се систем може прилагодити у складу са тим.

### **4.3. ВРСТЕ АДАПТИВНИХ СИСТЕМА ЗА Е-УЧЕЊЕ**

Ово подпоглавље представља класификацију адаптивних система е-учења у складу са горе описаним теоријским приступима адаптивном учењу. Наводимо чисте макро-адаптивне системе и хибридна решења (системи за учење потпомогнути рачунаром, системи интелигентног учења и адаптивни хипермедијски системи) [103]:

- Макро-адаптивни системи учења;
- Системи за учење потпомогнути рачунаром;
- Интелигентни образовни системи; и
- Адаптивни образовни хипермедијски системи.

#### **4.3.1. МИКРО-АДАПТИВНИ СИСТЕМИ УЧЕЊА**

Они прате макро-адаптивни приступ и најстарији су хронолошки прилагодљиви системи учења. Адаптација на макро нивоу захтева сагледавање основних карактеристика студената као што су: когнитивни или стилови учења, циљеви учења, опште способности и претходна постигнућа. Наведене карактеристике утичу на адаптивне системе е-учења на различите начине, као што је укључивање функционалности за дијагностиковање специфичних образовних потреба студената и давање смерница за њихово образовање, дефинисање предуслова за садржај учења, прилагођавање стилима учења студената и

постизање различитих врста циљева учења (нпр. да ли ће се стећи нове вештине или ће се надокнадити слабости у знању студената) [103].

#### **4.3.2. СИСТЕМИ ЗА УЧЕЊЕ ПОТПОМОГНУТИ РАЧУНАРОМ**

Они комбинују макро-адаптивни и микро-адаптивни приступ. Са њима наставник има средства за праћење и контролу процеса учења. Beck и сар. [68], тврде да системи за учење потпомогнути рачунаром имају средства за дијагностицирање потреба за учењем студената и давање прописа о наставном плану и програму и активностима учења који су одговарајући за постизање ових циљева. Ови системи су ефикаснији од макро-адаптивних система.

#### **4.3.3. ИНТЕЛИГЕНТНИ ОБРАЗОВНИ СИСТЕМИ**

Интелигентни образовни системи додају технике вештачке интелигенције микро-адаптивном приступу. Предност ових система је у томе што они, иако у различитом степену, аутоматски персонализују процес учења. Њихова главна сврха је да симулирају различите аспекте наставе. За њих је инструктор или наставник сам систем – он води и помаже студентима у процесу учења. Традиционални системи интелигентног учења састоје се од три главне компоненте [103]:

- Студентски модул који прикупља и издваја податке о тренутном знању и понашању сваког студента;
- Наставни модул, који сачињава скуп наставних материјала и одређује када и како их презентовати студентима. Овај модул користи информације из студентског модула да одреди како процес учења треба да се одвија; и
- Стручни модул – процењује напредак и могућности сваког студента и припрема листу упустава.

Интелигентни образовни системи дијагностикују процес учења и генеришу упутства и садржај учења током реализације програма, углавном на основу учинка студента у решавању проблема.

#### 4.3.4. АДАПТИВНИ ОБРАЗОВНИ ХИПЕРМЕДИЈСКИ СИСТЕМИ

Адаптивни образовни хипермедиијски системи комбинују системе адаптивног учења и системе засноване на хипермедиији. Brusilovsky [26] је деведесетих година прошлог века описао адаптивне хипермедиијске системе као системе који користе хипертекст и/или хипермедиију и примењују кориснички модел за прилагођавање различитих аспеката система потребама и жељама студената. Једноставна (статична) хипермедиија обезбеђује исти садржај и вишеструке линкове свим корисницима, без обзира на разлике у њиховим образовним циљевима или познавању предмета. Адаптивна хипермедиија, с друге стране, побољшава употребљивост хипермедиије изградњом модела студента (циљеви, преференције, знања, итд.) и користи овај модел да прилагоди хипертекст индивидуалним потребама сваког студента.

Према Brusilovsky [29], системи интелигентног учења обично су фокусирани на конзистентност садржаја учења, интелигентну анализу решења и подршку решавању проблема кроз технике вештачке интелигенције, док су АХС фокусирани искључиво на подршку адаптивној презентацији и адаптивној навигацији. Истовремено, пресек између ова два типа система је веома широк, границе између „паметних” и „непаметних” адаптивних система учења нису јасно дефинисане и један број система остварује прилагодљивост кроз оба приступа (Слика 4.1).



Слика 4.1 | Адаптивни хипермедииј и интелигентни системи, прилагођено према [29].

#### 4.4. ВРСТЕ ПРИЛАГОДЉИВОСТИ У СИСТЕМИМА ЗА Е-УЧЕЊЕ

Остварење прилагодљивости у системима за е-учење је од великог интересовања међу истраживачима система за учење потпомогнутим рачунарима. Као резултат тога јављају се различити приступи и реализације, као и два кључна појма – прилагодљивост и прилагођавање [28], [29]:

- Прилагодљивост је активност у коме се врши аутоматска адаптација на основу резултата и радњи студената. Ово покреће промене у систему који управља процесом учења (тј. мењање е-лекција кроз различите параметре и скуп унапред дефинисаних правила); и
- Прилагођавање је активност у коме студент ручно врши промене и доноси одлуке о процесу учења, тј. могуће је да студенти персонализују учење према сопственим преференцијама.

Прилагодљивост или прилагођавање система може бити углавном фокусирано на окружење (односно прилагодљивост или прилагођавање хардверској и/или софтверској платформи) или на студента (одражавајући специфичне захтеве студента).

Три главне компоненте које учествују у уравнотеженој формули за прилагодљивост су: студент, наставник и скуп унапред дефинисаних правила које поставља наставник. Прилагодљивост је обично фокусирана на студента. Истовремено, могућа је прилагодљивост, која укључује наставнике, али би то захтевало много значајније учешће наставника и много више времена и ресурса.

Адаптивни системи за е-учење су били предмет активног истраживања у последње три деценије. Оно што се може прилагодити је тема која се стално обогаћује и развија. Такође, ово доводи до великог броја класификација, често са преплитањем појмова и нејасноћама.

Brusilovsky [27] тврди да се две главне компоненте могу прилагодити у адаптивним хипермедијским системима – садржај страница за учење и хипервезе између њих, које се називају адаптивне презентације и адаптивна навигација.

Brusilovsky је у [26] и [29] скоро у потпуности описао прилагодљивост адаптивних хипермедија са техничке тачке гледишта, изводећи класификацију технологија за адаптивне хипермедије, коју цитирају бројни аутори [109], [110]. Као што је наведено, два главна типа прилагодљивости са техничке тачке гледишта су адаптивна презентација и адаптивна навигација, који су касније подељени у осам подкласа прилагодљивости у смислу педагошких аспеката адаптивног е-учења [111], о којој се говори у наставку.

У релевантној литератури [29], [109], [112] се најчешће помињу три главна типа прилагодљивости система за е-учење, укључујући горњу адаптивну презентацију и адаптивну навигацију:

- Прилагођавање корисничког интерфејса (базирано на интерфејсу);
- Прилагођавање процеса учења (засновано на току учења); и
- Прилагођавање садржаја учења (засновано на садржају).

Следећи типови су засновани на главним типовима прилагодљивости. Brusilovsky [28] је идентификовао: адаптивну подршку за решавање проблема; прилагодљиво филтрирање информација и прилагодљиво груписање студената. Karampiperis и Sampson [113], такође укључују адаптивну евалуацију и промене у покрету.

У наставку следи опис осам типова прилагодљивости.

#### **4.4.1. ПРИЛАГОЂАВАЊЕ КОРИСНИЧКОГ ИНТЕРФЕЈСА**

Прилагођавање корисничког интерфејса, познато и као адаптивна навигација, је засновано на опцијама менија, навигацији и опцијама визуелизације. Кључни аспект ове врсте прилагођавања је способност елемената интерфејса да промене своју позицију и изглед (боју, величину, нијансу, текстуру, фонт, величину, итд.). Ова прилагодљивост је такође уско повезана са стварањем одговарајућег интерфејса за особе са посебним образовним потребама [112]. Технологија прилагодљиве навигације има за циљ да помогне студенту да се креће кроз окружење променом изгледа видљивих веза. На пример, адаптивно окружење за е-учење може адаптивно сортирати, додати напомене или делимично сакрити

хипервезе на тренутној страници како би помогло студенту да одабере где да иде на следећи корак. Прилагодљива навигација има исти циљ као и структурирање и креирање низа јединица учења – да помогне студентима да пронађу оптималан пут кроз садржај учења. Истовремено, адаптивна навигација је мање обавезна – она води студенте, остављајући им да изаберу коју тему ће проучавати или који задатак да реше [28].

#### **4.4.2. ПРИЛАГОЂАВАЊЕ ПРОЦЕСА УЧЕЊА**

Прилагођавање процеса учења – уопштено гледано, значи креирање различитих секвенци активности/објеката учења за различите студенте. Процес учења се динамички прилагођава за изградњу садржаја курса у другачијем редоследу. Ово омогућава да пут учења буде динамичан – да се прође кроз различите фазе и теме у зависности од знања и вештина студента, као и приликом поновног проласка студента кроз исти курс [7]. Други примери су: да студент бира између вербалне, визуелне или неутралне презентације; да се може за једну или исту тему изабрати тематска рута и сл.; да спроведе тест и у зависности од успеха студента, покаже једну или другу активност [9]. Giridharan [108], разматра три методе за грађење низа тема у курсу е-учења – студент, наставник и оптимални редослед. Такође, персонализовани пут учења се у [8] разматра као низ објеката учења који су дизајнирани да помогну студентима да унапреде своје знање и вештине у специфичним дисциплинама или у одређеној мери свог учења. Предложен је пробабилистички алгоритам за конструисање оптималне путање адаптивног учења.

#### **4.4.3. ПРИЛАГОЂАВАЊЕ ЗАСНОВАНО НА САДРЖАЈУ**

Прилагођавање засновано на садржају – ресурси и активности динамички мењају свој садржај, тј. постоји прилагодљива презентација. Сврха адаптивне презентације је прилагођавање садржаја сваког чвора (странице) у складу са тренутним знањем, циљевима учења и другим карактеристикама студената [27], [28]. У системима прилагодљиве презентације, странице нису статичне, већ се

адаптивно генеришу и компајлирају за сваког студента. На пример, напредни студент може добити детаљније информације, док почетник може добити додатна објашњења. У хипермедијским системима садржај није само текстуални, већ садржи и низ мултимедијалних елемената. У том смислу може се направити разлика између адаптивне презентације текста и прилагодљиве мултимедијалне презентације. Ово укључује прилагођавања система обуке који користе интелигентне агенте за прилагођавање перформанси [105], адаптивно генерисање природног језика, машинско учење и још много тога [29]. Други аспект прилагођавања садржаја је представљање одговарајућег материјала за учење према стилу учења сваког студента кроз коришћење различитих мултимедијалних елемената као што су текст, звук, графика, видео, анимација итд.

#### **4.4.4. ИНТЕРАКТИВНА ПОДРШКА ЗА РЕШАВАЊЕ ПРОБЛЕМА**

Интерактивна подршка за решавање проблема води студенте корак по корак да донесу праву одлуку за проблемску ситуацију. Ова врста адаптације помаже студентима да решавају проблеме постепено, адаптивно, кроз технике као што су давање инструкција или извођење следећег корака уместо студента [25]. Други пример је давање додатних појашњења како би студент могао да дође до тачног одговора или решења проблема [111]. Према Giridharan-у [108], интерактивно окружење за осетљиве повратне информације је понуђено како би се помогло студентима у решавању математичких проблема. Адаптивни модел користи fuzzy логику да процени унос студента у сваком кораку и одреди да ли постоји потреба за исправљањем грешке. Paramythis и Loidl-Eisinger [112] су разматрали адаптивно окружење за комбиновано учење студената медицине, које истражује интерактивну подршку за решавање аналитичких и клиничких проблема кроз секвенце инструкција и интерактивни мултимедијални садржај. Истиче се позитиван ефекат примене ове методе.



#### **4.4.5. АДАПТИВНО ФИЛТРИРАЊЕ ИНФОРМАЦИЈА**

Адаптивно филтрирање информација – пружа само релевантне информације, категоризујући их за студента. Адаптивно филтрирање је класичан приступ у области проналажења информација. Циљ је пронаћи неколико елемената који одговарају интересовањима студената у великом броју (текстуалних) докумената. Постоји разлика између филтрирања заснованог на садржају и на основу заједничког интересовања (сарадничко филтрирање) [28], [29]. Први тип се заснива на садржају докумената, док други потпуно игнорише садржај и уместо тога покушава да пронађе студенте који су заинтересовани за исти документ. Савремени системи за адаптивно филтрирање информација користе технике машинског учења, fuzzy логике, онтологије, рударења података и друго [23], [111].

#### **4.4.6. АДАПТИВНО ГРУПИСАЊЕ СТУДЕНАТА**

Адаптивно груписање студената – омогућава креирање група и одржава сарадњу на специфичним задацима. Технологије прилагодљивог груписања користе акумулиране информације о студентима (на основу модела сваког студента) да формирају одговарајућу групу за сваки задатак који захтева тимски рад. С друге стране, адаптивне технологије сарадње покушавају да пруже интерактивну подршку формираној групи, слично као што интерактивна помоћ у решавању проблема подржава сваког појединачног студента [28]. У Sharma, Vanati и Bedi [114], представљен је алгоритам за формирање група, класификујући студенте у унапред дефинисане групе и обезбеђујући различите сценарије учења за различите групе. Класификација се врши динамички кроз тзв. стабло карактеристика студената. Snow [71], предлаже аутоматско креирање група студената, названих хомогени тимови, на основу различитих критеријума за идентификацију сличности између студената. Ове сличности се израчунавају уносом индекса сличности. У [9] је учињен покушај да се идентификују критеријуми за динамичко формирање група у системима адаптивног учења. Приказана је студија о студентима информатике, узимајући у обзир њихову

индивидуалност и интелигенцију, начин на који се групишу, њихове резултате при индивидуалном или групном раду, како би се пронашле везе између карактеристика студената, формирања групе и њихових резултата.

#### **4.4.7. АДАПТИВНО ОЦЕЊИВАЊЕ СТУДЕНАТА**

Адаптивно оцењивање студената је модел за оцењивање студената у системима адаптивног учења, у коме се предвиђени садржаји учења мењају у зависности од учинка студента и упутстава наставника. У адаптивном оцењивању могуће је променити врсту материјала који се подноси и студент може да пређе на други стил учења. Друга пракса је да се, након оцењивања, студент усмерава на онај део градива у коме постоје значајне празнине и то се идентификује током тестирања. Израда компјутеризованих адаптивних тестова (скр. КАТ) је такође повезана са адаптивном проценом. Главне предности адаптивних тестова су: они се јединствено прилагођавају сваком предмету у смислу тежине и/или броја јединица за тестирање; ово је једна од најистраженијих тема у е-учењу, у којој је добијен велики број резултата и научних публикација, а истовремено је предмет сталних истраживања и развоја; копирање се може смањити у много већој мери; довести до праведније и тачније оцене итд. У КАТ тестовима, сложеност питања је прилагођена нивоу тестирања како би се постигла већа тачност у процени. На пример, ако се испитаник успешно носи са питањем средње тежине, као следеће добија питање већег степена тежине. Ако не успе, добија питање са мањим степеном тежине. Прилагодљивост у КАТ-у је заснована на различитим математичким моделима и алгоритмима. У многим случајевима, сврха КАТ-а није да процени специфична знања/вештине студента, већ да их класификује у две или три категорије, као што су „положено/неположено” или ” савладано/несавладано” [115]. Пример адаптивне процене дат је у [116]. Представљен је алгоритам којим адаптивни систем тестирања успешно бира питања како би увећао тачност испита на основу онога што се зна о тестовима из претходних питања. Систем који студентима пружа адаптивне тестове у циљу прикупљања информација и проучавања процеса учења за сваког студента у математичкој анализи представљен је у [117]. Након анализе портфолија за сваког студента, систем шаље

информације наставнику како би он у сваком тренутку имао ажурне информације за сваког студента. У студијама [118], [119] предлаже се дизајн КАТ система који омогућава студентима да провере и исправе одговоре које су дали на већ постављена питања, што је према ауторима новина у теорији компјутеризованих адаптивних тестова. Предложена метода је заснована на политомском моделу (одговори се процењују на скали од 1 до  $n$ ), односно на Item Response Theory (скр. IRT). Приказани су резултати две симулације које илуструју теоријске резултате.

#### **4.4.8. АДАПТАЦИЈА У ПОКРЕТУ**

Адаптација у покрету је могућност измене/прилагођавања курса у ходу, у реалном времену, од стране наставника или аутора [120]. У општем случају, након објављивања студијских објеката, није могуће променити њихову структуру, методе или дефиниције основних параметара (као што су услови или својства). Међутим, ако је предмет дизајниран да омогући промену у реалном времену, наставник ће моћи да промени начин на који студент доживљава курс и начин на који се одвија [120]:

- наставник ће моћи да ажурира садржај на основу унапред дефинисаног или новог садржаја; и
- наставник ће моћи да утиче на путању учења постављањем датотека, приказивањем или скривањем елемената садржаја и структуре итд.

У многим случајевима, адаптација у покрету би такође захтевала обезбеђивање софтверских алата који омогућавају наставницима да комуницирају у реалном времену са својим студентима [111]. У овом случају, окружења за учење која користе образовне технологије за видео везе и веб конференције су још једна врста технологије које омогућавају прилагођавање кроз промене у покрету. На пример, Adobe Connect, Blackboard Collaborate, Microsoft Teams, WebEx, Zoom и Zoho, омогућавају да се различити алати за богате мулти-медије интегришу на захтев, омогућавајући онлајн синхроно учење: глас преко ИП адресе, текстуални чат, беле табле, дељење екрана, емитовање, писање општих белешки, итд., и пружају моћан

скуп алата за представљање информација, моделирање процеса и дељење концепата. Алати се могу убацити, променити величину и уклонити током тренинга. Обезбеђивање такве флексибилности и прилагодљивости такође поставља нека питања – на пример, ако наставници/аутори курса могу да конфигуришу величину и локацију алата у окружењу за учење заснованом на Вебу, на основу чега би то требало да ураде, који фактори би требало да утичу на избор алата, како треба распоредити алате итд. [121].

## **4.5. МЕТОДЕ И ТЕХНИКЕ ЗА ИМПЛЕМЕНТАЦИЈУ АДАПТИВНОГ УЧЕЊА У LMS**

Постоји велики избор метода и техника за имплементацију и интеграцију прилагодљивости у софтверске алате и системе за е-учење. Следи преглед најосновнијих метода и техника заснованих на адаптивној хипермедији и на системима вештачке интелигенције или семантичком вебу.

### **4.5.1. АДАПТИВНА ХИПЕРМЕДИЈА**

Brusilovsky својим студијама [26], [27], [28] и [29] веома детаљно описује прилагодљивост адаптивних хипермедија са техничке тачке гледишта, с обзиром на питања:

- чему се систем може прилагодити: карактеристикама студената (знање, циљеви, квалификације, претходно искуство у хипермедији, преференције) и карактеристикама корисничког окружења (платформа, географска локација);
- шта се може прилагодити: садржај студијских страница и хипервезе између њих, које се називају адаптивна презентација односно адаптивна навигација; и
- које су методе и технике за постизање адаптивне презентације и адаптивне навигације.

#### 4.5.1.1. Методе за постизање адаптивне презентације

Методe за постизање адаптивне презентације углавном имају за циљ да сакрију од студената делове садржаја који тренутно не одговарају нивоу његовог знања [26]. Према Nurjanah [122], у савременим веб-базираним окружењима за учење, аутори избегавају стварање статичког материјала за учење који се студенту представља на линеаран начин, због великог броја међузависности и условних односа између различитих страница. Аутори курса често креирају неколико верзија ресурса за учење како би систем студенту понудио ону праву.

Неке од најпопуларнијих метода за адаптивну презентацију су: давање додатних објашњења; објашњења предуслова; упоредна објашњења; креирање неколико потпуно различитих варијанти садржаја учења за делове странице и нуђење варијанте која одговара моделу студента (варијанте објашњења); сортирање фрагмената информација тако да се на врху појави информација која најбоље одговара квалификацијама и знању студента (сортирање).

Наведене методе могу се реализовати на различите начине, кроз једну или више од наведених техника за постизање адаптивне презентације:

- *Условни текст*: подела информација о концепту на делове текста, при чему је сваки део повезан са одређеним нивоом знања студента и појављује се само у складу са нивоом познавања концепта представљеног у моделу студента. Ова техника се реализује на нивоу програма постављањем свих неопходних услова за ниво знања о проучаваном појму, као и сродним појмовима. Прототип SALO (енгл. Shareable Auto-Adaptive Learning Object) у LMS Moodle представљен у [105]. Прототип имплементира бројне прилагодљиве технике презентације и навигације, укључујући условни текст. Имплементација ове технике заснива се на четири параметра: узрасту, полу, резултатима, и времену проведеном у модулу. Текст се прилагођава и резултујући параграфи се визуелизују.
- *Употреба растегнутог текста*, који је посебна врста хипертекста. У обичном хипертексту, одабиром хипервезе отвара се друга страница/део

странице који се односи на везу. У проширивом тексту, реч или фраза која је хипервеза се замењује текстом који даје додатне детаље главном тексту. Ова функција даје студенту контролу над нивоом детаља материјала који проучава. Један од приступа за постизање прилагодљивости у овом случају је учитавање Веб странице за студента, приказујући све додатне текстове који одговарају нивоу знања студента, и сходно томе „смањивање“ оних проширивих текстова који не одговарају његовом нивоу. Nurjahan [122], тврди да је прошириви текст корисна адаптивна техника и ако се правилно примени, може веома ефикасно да усмери пажњу студента на важан садржај. Примери система који користе ову технику су АНА! [82].

- *Различите варијанте образовног садржаја* (варијанте објашњења) остварују се кроз технике „варијанте странице“ и „варијанте фрагмената“ [29]. Варијанте страница су најједноставнија техника за имплементацију. Подржава две или више варијанти исте странице у систему, дајући различите приказе истог садржаја. По правилу, свака презентација испуњава један од могућих потрошачких стереотипа. Варијанте исечака су финији метод од варијанти страница. Страница може да садржи објашњења више од једног концепта. Систем чува неколико варијанти објашњења истог концепта и студент добија страницу која укључује варијанте које одговарају његовом профилу [8].

#### **4.5.1.2. Адаптивне методе навигације**

Адаптивне методе навигације односе се на све могућности за модификацију визуелних веза које обезбеђују навигацију – на пример, преуређивање, сакривање, додавање напомена итд. [28], [29], [123]. Клашња-Милићевић, Весин, Ивановић и Будимац у својој студији [123], тврде да манипулисање хипертекстуалним везама може утицати на редослед посећивања образовних материјала. Следе главне методе за адаптивну навигацију, заједно са варијантама техника за њихову примену:

- *Директно навођење* тако да студент буде упућен на материјал који се проучава, у складу са његовим нивоом знања о предмету, циљевима учења, педагошком стратегијом или другим параметрима укљученим у модел студента [105]. Такве технике генеришу низ страница за читање; нудећи систем одговарајућег циља учења заједно са одговарајућим пројектом имплементације који одговара знању студента [124].
- *Адаптивно сортирање линкова* има за циљ да распореди све везе на страници према одређеним критеријумима, као што је њихова усклађеност са претходним знањем или сличност са тренутним документом. Што је однос у сортирању већи, то више испуњава критеријуме [28]. Један од приступа је креирање матрице кореспонденције између сваког пара докумената, као и између сваког циља учења и сваког документа. Друга техника је уређење веза, пошто систем узима у обзир многе факторе: претходно искуство (профил) студента, корисничке претраге у систему (многа кључних речи), тренутни чвор који је од интереса за студента. Као резултат, систем враћа наручене документе у складу са наведеним факторима.
- *Адаптивно скривање везе*. Везе су скривене или забрањене ако их систем сматра ирелевантним и/или одвлаче пажњу студента. Oboko и Wagacha [125] дају пример система е-учења који постиже прилагодљивост кроз приступ који користи адаптивно сакривање линкова. Навигација у најприкладнијој путањи учења за студенте остварује се на основу нивоа знања студената и коришћењем SCORM стандарда<sup>7</sup> [126]. Gidriharan [108], је предложио адаптивни систем обуке за Објектно-оријентисано програмирање, који помаже студентима да стекну знање које онда могу користити за решавање специфичних проблема. Прилагођено сакривање веза је имплементирано како би се студентима пружиле везе до одговарајућих додатних материјала за учење, предвиђајући да ли ће их студент пратити или не. Систем доноси одлуке користећи алгоритам машинског учења. Према релевантним

---

<sup>7</sup> SCORM (енгл. Shareable Content Object Reference Model) је стандард који LMS омогућава пробалажење, увоз, дељење, поновну употребу и извоз садржаја на стандардизован начин. Укратко, могло би се рећи да SCORM омогућава испоруку објеката е-учења у правилном редоследу и праћење и извештавање о напретку студента.

студијама [108] и [126], претпоставке система су 72% тачне у поређењу са стварним приступом додатним материјалима за обуку. Скривање линкова је такође имплементирано у [105], тако што се извлаче оцене студената у Moodle LMS и на основу њих систем одлучује да ли ће сакрити/приказати више информација у виду линкова или наставити на следећи модул у навигацији на курсу.

- *Анотација за моделовање везе* је метода чије технике имплементације укључују обезбеђивање веза заједно са додатним означавањем, текстом, бојама, иконом, како би се студенту дале додатне информације о чворовима иза ових веза [127], [128], [129]. Још једна адаптивна анотација веза имплементирана у QuizGuide систему се користи за подучавање студента програмирања на језику C решавањем тестова за самооцењивање. Напомене веза у систему су у облику икона стрелица, са бројем стрелица од 0 до 3. Боја стрелица је индикација степена усклађености са тренутно проучаваним материјалом. Што је студент показао више знања о датом предмету, то више стрелица добија. Сходно томе, студент добија позив да се концентрише на материјал. Алгоритам за генерисање напомена класификује ниво знања студента у три категорије – минимални, просечни и максимални. Прагови нивоа знања могу бити задати од стране наставника. Ова три прага знања омогућавају механизму за прилагођавање да фино подеси колико знања сваки студент треба да прикаже пре него што QuizGuide дода нову напомену линку повезаном са иконом. Наведени аутори примећују и мотивациони ефекат означавања линкова – према њима студенти одговарају на више питања, упорније су радили на питањима и посећивали већи број материјала који се односи на питања. Према студији [128], адаптивна анотација веза помаже да се значајно повећа посвећеност студента раду са опционим материјалом за учење. Закључци су донети након студије која је трајала више од осам година.
- *Адаптивна навигациона мапа* је примена метода адаптивне навигације за прилагођавање графичких слика или мапа. Пример технике која имплементира адаптивну мапу дат је у [26] – локална и глобална оријентација се одржава прилагођавањем мапа са циљевима учења



студента. Систем користи неуронске мреже и складишти у бази података неколико типичних путева учења за сваку сврху учења. На основу овог знања, систем може пронаћи најближи стандардни пут учења (а самим тим и највероватнији дидактички циљ) за пут учења сваког студента. Када студент затражи помоћ од система, он може показати где се налази у хиперпростору цртањем локалне или глобалне хијерархијске мапе. Занимљиве технике за адаптивне карте се односе на имплементацију адаптивних концепт мапа. Wette [130], нуди прилагодљиву концепт мапу која омогућава преглед велике количине информација и прилагођавање визуелизације према индивидуалним нивоима когнитивног оптерећења за сваког студента. Адаптивна картица омогућава студенту да контролише количину и врсту приказаних информација. Студенту се на почетку нуди визуелни приказ целокупне збирке садржаја учења на вишем нивоу апстракције. Затим је дизајниран да пружи студенту интерактивне алате за фокусирање на жељене информације („зумирање“) и филтрирање жељених информација.

#### **4.5.2. ПЕРСОНАЛИЗОВАНИ ПУТ УЧЕЊА**

Изградња персонализоване путање учења је једна од области у којој постоји јасна повезаност између хипермедије и интелигентних система за адаптивно е-учење. Примењују се алати вештачке интелигенције, пробабилистички, хеуристички, оптимизацијски приступи и алгоритми. Према [31], без обзира на начине имплементације, формирање персонализованог пута учења у већини случајева је задатак оптимизације, који има за циљ да минимизира пут учења и смањи когнитивно оптерећење студента. Неки од најчешће коришћених приступа за формулисање задатка проналажења оптималне путање адаптивног учења укључују:

- Мулти-критеријумска оптимизација (више-критеријумска/више-циљна оптимизација);
- Проблем задовољења оптерећења; и

- Проблем са пондерисаним усмереним графом.

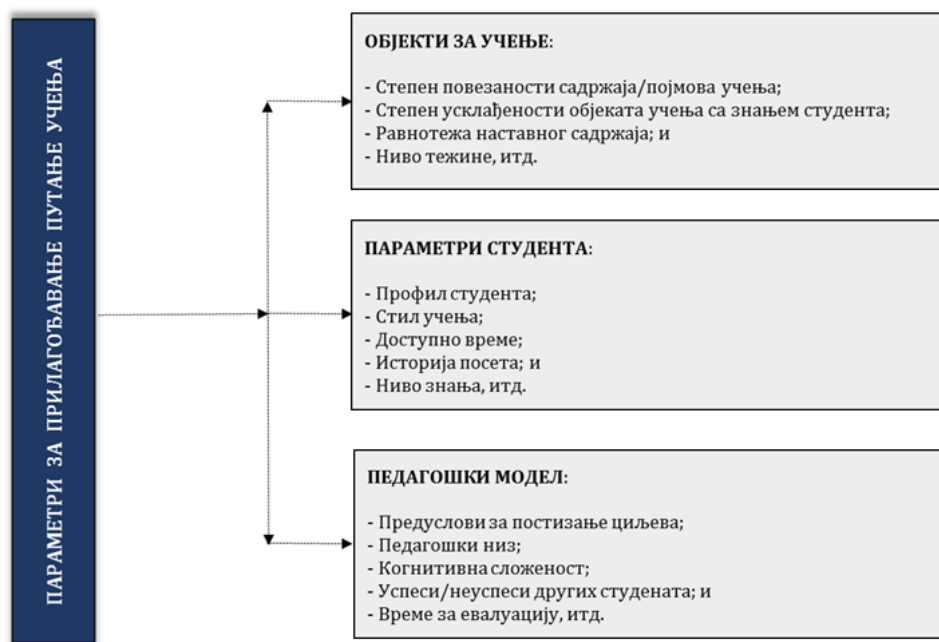
У наставку биће наведени приступи решавању задатака за оптималан адаптивни пут учења:

- *Еволуциони алгоритми*: генетски алгоритам; оптимизација честица – роја; оптимизација колоније мрава. Међу наведеним приступима најширу се примењује оптимизација методом мрава. Појединачни студент је моделиран као мрав, секвенца у курсу је моделирана као лук између чворова. Мрави покушавају да пронађу најкраћи пут од гнезда до извора хране, што је у овом случају педагошки циљ у разумном року [131]. Феромони су на путу представљени као тежине које се могу дефинисати на основу различитих параметара. Према [132], иако мрави немају проблема да поново посете исто место, студентима може бити досадно и жалити се ако им се иста јединица представи два пута.
- *Хеуристички алгоритми*: Да би решили проблем сложености неких еволуционих алгоритама, одређени број аутора је применио хеуристичке алгоритме. Zhang [133], предлаже напредни похлепни алгоритам за побољшање ефикасности. У [134] хеуристика је предложена методом најбржег спуштања како би се пронашли оптимални путеви учења за једног или групу студената.
- *Моделирање предметне области*: граф путање учења, концепт мапе и онтологије. Употреба теорије графова није нова у е-учењу. У [132] и [134] дефинише се формални модел за дискусију о проблемима путање учења заснован на теорији графова.

Бројни системи адаптивног учења примењују комбинацију неколико приступа. На пример, Brusilovsky предлаже алгоритам за адаптивно груписање студената (постављањем критеријума за сличност између студената), а затим гради одговарајући пут учења за сваку групу користећи алгоритам оптимизације колоније мрава [28]. Алгоритам оптимизације методом мрава је такође примењен у [131]. Циљ је пронаћи адаптивни оптимални пут учења кроз самоорганизацију. Предложени модел такође прилагођава објекте учења на основу стилова учења и

стилова решавања проблема. Giridharan [108], користи педагошки приступ у коме се креира више верзија истог објекта учења. Бајесова мрежа се користи за усклађивање објеката учења и профила сваког студента. Главна карактеристика предложеног система е-учења је могућност прилагођавања путање учења након неуспеха током оцењивања.

Процес прилагођавања путање учења зависи од многих параметара контекста, што задатак чини изузетно сложеним. У широком спектру литературних извора, ниво адаптације пута учења подељен је на три домена: објекат учења, учење и педагошки модел [68], [128], [79]. Сходно томе, параметри адаптације у изградњи путање учења деле се у три скупа – параметри објеката учења, параметри студента и параметри задате педагошке стратегије, како је детаљно описано у наставку и приказано на Слици 4.2.



Слика 4.2 | Параметри за прилагођавање путање учења

**Параметри објеката учења:** путања учења се може прилагодити на основу концепта објеката учења. Главна идеја за коришћење објеката за учење у е-учењу је да се подржи поновна употреба развијањем образовног садржаја у малим деловима тако да се може поново користити у различитим окружењима за учење. Параметри адаптације на основу предмета могу се класификовати на више начина,

у зависности од степена кохерентности наставног садржаја/концепта учења, степена кореспонденције између предмета учења, уравнотежености наставног материјала и нивоа тежине. Модули са садржајем учења можда нису уско повезани једни са другима у онлајн систему е-учења и стога у [134] испитују степен ефикасности објеката и концепата учења у наставном плану и програму. У циљу прилагођавања путање учења овим параметрима како би се изградио оптималан пут учења за студенте, Burkov и Chaib-draa предлажу интеграцију семантичке анализе, концептуалног груписања и еволутивног алгорита са хеуристичком методом најбржег спуштања [135]. У [126] се нуди још један параметар који се односи на објекте учења – степен усклађености објеката учења са знањем студента. Да бисмо помогли студентима да усвоје нове концепте засноване на концептима које већ познају, важно је прилагодити пут учења њиховом постојећем знању. Foss и остали [111], испитују равнотежу тежине концепата учења у онлајн учењу. Овде је циљ прилагођавање нивоу тежине материјала за учење, који одговара индивидуалном циљу учења сваког студента.

**Параметри студента:** Већина прилагодљивих система за онлајн учење узима у обзир параметре студента како би персонализовао садржај учења. Најчешће се узима у обзир неколико параметара: преференције и квалификације полазника, стил учења, расположиво време учења, историја посета и ниво знања. На основу ових карактеристика, систем онлајн учења ће одредити одговарајући пут учења за сваког студента. Профил студента је један од најчешће коришћених параметара у адаптивним системима е-учења. Карактеристике које се могу применити у профилима студената су: узраст, образовање, пол, језик, склоности или циљеви [27], [70]. Путања учења се такође може изградити на основу стила учења студента. Стил учења се може идентификовати путем анкета или на основу обрасца понашања сваког појединца [30]. Неколико аутора [7], [28], [108] сугеришу да би се као параметар требало користити и ограничење времена студента (доступно време). Други предлози за параметре прилагођавања користе резултате испитивања и испитивања као параметар [105], [136]. Ниво знања студената или њихове способности се такође често укључују као параметри адаптације у изградњу персонализованог пута учења [103]. Неки извори користе Блумову

таксономију да класификују способности студената [137], [138] док други користе резултате тестова за одређивање нивоа знања студената [120].

**Параметри педагошког модела:** Педагошки модели које преферира сваки студент могу се разликовати од студента до студента. Да би се изашло у сусрет потребама студента понаособ и да би се унапредио квалитет адаптивног учења, потребно је водити рачуна о факторима као што су: предуслови за успех (резултати прелиминарних тестова, број покушаја и сл.), педагошки редослед, когнитивна сложеност, успех/неуспех других студената и време за оцену. За постизање педагошких циљева морају бити испуњени предуслови у смислу добијања информација о претходној припреми студента и за њих изабрао одговарајући педагошки модел. Системи за адаптивно е-учење најчешће издвајају ове информације о студентима из пред-тестова или броја покушаја потребних студенту да положи тест или реши проблем [137]. Други педагошки параметар у путу адаптивног е-учења су педагошке секвенце, које се могу представити као скуп референтних пре/пост правила, као што је предложено у [79]. Неколико аутора [19], [68], [78] формирају пут учења на основу успешних и неуспешних путева учења других учесника у обуци, као и на основу времена које проводе током курса.

#### 4.5.3. СИСТЕМИ ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ

Значај система онлајн учења путем вештачке интелигенције нагло је растао последњих деценија [7], [131]. Приступи вештачке интелигенције се сматрају вредним алатима у адаптивним системима е-учења јер имају способност да развију и реплицирају процес доношења одлука који примењују људи [7]. Постоје различити начини на које се приступи вештачке интелигенције користе у адаптивним образовним системима. На пример, у неким системима главни фокус је проучавање и процена карактеристика студената како би се генерисали профили студената. Циљ је да се процени општи ниво знања и преференција студента, који ће се користити као основа за даљу прописану педагогију. Приступи вештачке интелигенције се такође користе да би се олакшао процес процене и дијагностике како би се садржај курса могао прилагодити потребама сваког студента [7], [23].

#### 4.5.3.1. Преглед неких метода вештачке интелигенције примењених у системима адаптивног учења

**Бајесове мреже:** Једна од карактеристика Бајесових мрежа је њихова способност да изразе однос између стања и његових симптома, или да предвиде највероватнији исход ситуације или догађаја. Бајесове мреже су релативно широко коришћена метода за моделирање студената у интелигентним системима учења и за суочавање са неизвесношћу у процени знања и препознавању циљева из акција студената (препознавање плана) [139]. Premalatha и сар. [33], разматрају четири главне методе за моделовање способности и постизање прилагођавања: просторе знања, пробабилистички модел за анализу резултата испитивања, Бајесове мреже и семантичка решења. Изградња модела студената кроз Бајесове мреже је такође дата у [140]. Perera [141], показује како се Бајесове мреже могу користити за профилисање студента према активностима које су одабрали и извели. У [142] и [143], Бајесове мреже се користе за адаптивно груписање. Групно учење је такође обрађено у [144] и [145], где су дати примери примене Бајесових мрежа за клиничке моделе одлучивања, који, у комбинацији са одговарајућом педагошком стратегијом, симулирају савете наставника у групном проблемском учењу у медицини.

**Генетски алгоритми (скр. ГА):** ГА претраживања су засновани на Дарвиновом концепту еволуције, природне селекције и опстанка најспособнијих. Овај процес омогућава компјутерском софтверу да идентификује најпогодније кандидате за одређени задатак [146]. Употреба генетских алгоритама је посебно корисна када је у питању разумевање преференција, жеља и потреба крајњег корисника - студента, а као резултат тога овај метод постаје све популарнији за употребу у адаптивном е-учењу: посебно у контексту моделирања студента [65]; за класификацију студента на основу броја тачних одговора, броја покушаја решавања задатка, исправности првих одговора и др. [65]; да предвиди стил учења студента [147]; у изградњи персонализованог пута учења за сваког студента [148]. У [149] конструисана је адаптивна путања учења додељивањем серијског броја сваком наставном плану и програму, почетна популација је фиксирана и квалитет путање учења је одређен циљном функцијом. Циљна функција се израчунава на

основу пред-теста који је урадио студент и параметара тежине дефинисаних за дати наставни садржај. У следећим итерацијама, репродукција, мутација и укрштање се обављају док се не пронађе следећа генерација (кандидат-решење) за пут учења. Од свих генерисаних путева обуке, пронађен је најпогоднији. У [150] развијен је адаптивни систем (оптимизација), који обезбеђује путеве учења прилагођене како профилу студента, тако и постављеним педагошким циљевима. У Feldman, Monteserin и Amandi [57], представља се персонализовани приступ генерисању курса обуке заснованог на техникама процене адаптивног тестирања уз помоћ рачунара, праћен генетским алгоритмима и расуђивањем заснованим на случајевима: развијен је модул заснован на генетском алгоритму да олакшају персонализовано генерисање путева учења за сваког студента, као и модул за креирање персонализоване базе знања и свеобухватне процене и анализе.

**Скривени Марков модел:** Марков скривени модел се користи у препознавању гласа, рукопису, гестовима, делу говора, машинском учењу и још много тога. Бројне студије имају за циљ постизање прилагодљивости система е-учења предвиђањем понашања студента (као део модела студента) [151]. Други аспект примене Марковог скривеног модела у адаптивном е-учењу дат је у [152]. Техника се користи за креирање адаптивног алгоритма који ефикасно управља груписањем студената на основу њихових визуелних, аудитивних и кинестетичких способности (скр. ВАК) и предвиђа будући оквир е-учења за ове студенте. Према речима аутора, развијени адаптивни алгоритам се може применити у било којој платформи за е-учење за оптималну испоруку садржаја корисницима у реалном времену.

**Неуронске мреже:** Неуронске мреже се могу користити за моделирање људског понашања и стога репродукују људске акције и реакције [153]. У области е-учења, њихова применљивост произилази из њихове способности да класификују студенте, деле карактеристике и симулирају и прате когнитивни напредак студента [153], [154]. Неуронске мреже имају низ својстава, укључујући способност адаптивног учења, препознавање случајности у сличним ситуацијама, препознавање образаца и издвајање информација из нетачних или нејасних извора [154]. У [155] неуронске мреже се примењују за класификацију кандидата за мастер студије на универзитету пре њиховог пријема и регистрације. Системи у [156], који

користе неуронске мреже за предвиђање учинка студената, такође показују већи потенцијал методе у односу на друге приступе. Друга употреба неуронских мрежа је категоризација објеката учења заснована на концепту, успостављање везе између концепата у предметној области и циљева учења студента, тако да студент добија најприкладнији објекат учења [157]. У [158] неуронске мреже се користе за аутоматску идентификацију стила учења студента. У студији Hmedna и сар. [159], такође идентификује стил учења кроз неуронске мреже.

**Стабло одлучивања:** Стабло одлучивања је метод за класификацију података у рударењу података, који представља хијерархијску конзистентну структуру засновану на одговорима са, да и не на питања. Метода се обично користи за добијање информација у сврхе доношења одлука и у адаптивном окружењу за е-учење може се користити за разумевање учинка студената (презентација на курсу, некоректни поступци у онлајн тестирању, откривање абнормалних вредности у резултатима студента, предвиђање даљег учинка студента, итд.) [160]. У стаблу одлучивања, чворови одлука нам омогућавају да бирамо између бројних алтернатива, а чворови резултата су тачке на којима се стабло одлучивања грана према различитим могућим исходима предузетих акција. Крајњи резултат је стабло одлучивања у коме свака грана представља могући сценарио одлучивања и његов исход [161]. У својој студији Toriçeanu и Grossecck [161], упоређују перформансе различитих алгоритама за стабла одлучивања, испитујући утицај низа фактора квалитета (родитељске квалификације, пребивалиште, економски статус, подршка пријатеља и рођака, итд.) на презентацију полазника.

**Fuzzy логика:** Fuzzy логика се користи за решавање проблема који се односе на одсуство јасно дефинисаних критеријума [41]. Првобитно дефинисан од стране Zahed-а 1965. године [162] и брзо је постао популарна и ефикасна техника за моделирање потрошача, јер може имитирати људско расуђивање, посебно са непотпуним информацијама, субјективношћу или несигурношћу. Према [134], [163] fuzzy логика је природан приступ описивању односа између атрибута у моделу студента и концепта у моделу предметне области. Према [164], расплинута логички системи се обично користе за проучавање и евалуацију исхода учења и сродних исхода. На пример, расплинута логика се може користити за процену



резултата задатака, као и за вишекритеријумску евалуацију, као што је показано у бројним ранијим студијама [7], [134], [165], [166], [167]. Истраживања, спроведена у [7], [41] и [168] се баве мерењем степена ангажованости студената и повезују их са механизмима испоруке материјала за учење у систему адаптивног е-учења. Метода се разликује од традиционалних уређаја који користе скупе и инвазивне сензоре – уместо тога коришћена је јефтина камера, а студенти нису имали никаква ограничења у радњама и покретима. Поред тога, систем расплинуте логике типа 2 предложен у [169] такође укључује положај главе и израз лица за мерење ангажовања студената.

#### **4.5.4. СЕМАНТИЧКИ ВЕБ**

Могућност додавања семантике у окружења за е-учење је предмет многих истраживања од 2001. године, када је идеју семантичког веба први увео Berners Lee [170], [171].

Један од аспеката примене технологије семантичког веб-а у адаптивном е-учењу везан је за процес претраживања и преузимања информација од студента. Адаптивна претрага нуди бројне предности у односу на претрагу по кључним речима, а то су [172]:

- водећи рачуна о контексту захтева (индивидуалне специфичности и лични профил студента и сл.);
- могућност формулисања захтева на матерњем језику студента;
- прилагођавање интерфејса у зависности од преференција студента;
- предлагање додатних ресурса и препорука.

У [172], развијена је онтологија за представљање знања о домену (предметној области), која ће касније послужити као основа за семантичко издвајање и структурирање информација. Прилагодљиво филтрирање и проналажење материјала за учење путем адаптивног претраживања према упитима студента у индексираној бази података и онтологијама је такође дато у [173]. Предложени приступ се састоји од неколико корака: увођење знања

(материјали за учење у облику текстуалних докумената, видео записа и слика); аотирање наставног материјала метаподацима; вишедимензионално представљање знања (употреба структура дрвета, индексирање и онтологија); преузимање материјала за учење применом корисничког упита на индексирану базу података и онтологије [174].

Употреба онтологије за моделовање профила студената била је предмет бројних студија [175], [176]. Модел студента у [176] се гради постепено, користећи информације које је сам студент пружио и податке прикупљене из интеракције студента са системом. Основни циљ је идентификовање тренутног нивоа знања и циљева студента и постизање прилагодљивости процеса учења обезбеђивањем персонализованих материјала за учење. Модел се састоји од два компонентна модела: статичког модела (лични подаци, стил учења, образовање, интересовања), који се гради на почетку процеса учења и не мења се након тога, и динамичког модела (стечено знање у систему, напредак) који се стално ажурира.

## ПЕТО ПОГЛАВЉЕ

### 5. ПРЕДЛОГ МОДЕЛА МЕХАНИЗМА ЗА АДАПТИВНО УЧЕЊЕ

Први корак ка развоју адаптивног система је утврђивање модела студента. Стога нам је потребан начин да тачно одредимо персонализоване карактеристике, потребе и стилове учења студента. Ово поглавље почињемо кратким прегледом метода које су у литератури предложене за ову сврху.

#### 5.1. ПРЕГЛЕД ПРИСТУПАЊУ МОДЕЛА СТУДЕНТА

На основу прегледа литературе представљеног у другом, трећем и четвром поглављу, можемо класификовати методе које се користе у моделирању студента у адаптивним образовним системима у две категорије: експлицитне и имплицитне методе. Неки системи користе упитнике за одређивање преферираног стила учења као експлицитну методу. Други системи користе уочено понашање студента као имплицитни метод.

##### 5.1.1. ЕКСПЛИЦИТНА МЕТОДА МОДЕЛОВАЊА

Експлицитно моделовање представља карактеристике учења и потребе сваког студента на основу података добијених тако што се од сваког студента захтева да одговори на низ питања или, алтернативно, да сам унесе параметре модела. Већина система адаптивног учења користи експлицитан приступ тако што од студената захтева да попуне упитник о стилу учења. Главна предност овог приступа је његова једноставност и доступност добро познатих стандардизованих упитника. Међутим, његов недостатак је додатна количина посла која је потребна на почетку курса. Неки од упитника су прилично дугачки и садрже више од 100 питања. Ово може смањити мотивацију студената да тачно одговоре на питања, што је очигледно неопходно да би се стекао прави утисак о њиховим

преферираним стиловима учења. Неки студенти можда неће препознати значај пажљивог размишљања у одговорима на ова питања. Они могу да бирају своје одговоре погађањем. Ако се резултујући модел, креиран на почетку сесије, не ажурира даље током интеракције студента са системом, он остаје „статичан“ модел. Међу адаптивним системима који су користили „статичне“ експлицитне моделе су они које је опасни у [66].

### 5.1.2. ИМПЛИЦИТНА МЕТОДА МОДЕЛОВАЊА

Имплицитно или динамичко моделирање студента значи да адаптивни систем континуирано ажурира модел студента на основу почетних преференција студента, као и накнадних интеракција студената са системом. Адаптивни системи користе различите приступе за имплицитно ажурирање модела студената. У неким системима, експлицитна повратна информација се добија од студената у облику „оцењивања“ њиховог искуства и успеха са курсом како напредује. У другим системима, имплицитне повратне информације студената и мере учинка добијају се аутоматски праћењем интеракције са системом. Време утрошено за сваку научену ставку, начин на који се анализирају странице, учесталост приступа неким ресурсима и други фактори се континуирано прате како би се обезбедиле информације за ажурирање модела. Главна предност овог приступа је што уклања потребу за експлицитним повратним информацијама. Недостатак је тешкоћа у тумачењу понашања студената на одговарајући начин како би се произвео смислен и користан модел. У литератури је предложено много различитих техника и приступа за имплицитно моделирање понашања студената. Бајесове мреже су коришћене за откривање стилова учења студената у образовном систему заснованом на Вебу [142]. Други приступ [151], [177], користили су технике машинског учења да би открили понашање студената и предвидели њихове применљиве профиле студената како би испоручили персонализоване материјале за учење садржаја који одговарају њиховим личним изборима.

Да бисмо осмислили статички адаптивни систем, користили смо експлицитни модел студената који користи Felder-Silverman индекс стилова учења, са наменским ILS упитником, како бисмо проценили студенте и одредили

њихове префериране стилове учења на почетку курса. Садржај предмета се затим представља према предвиђеним стиливима учења за модел сваког студента. У нашем динамичко адаптивном систему за е-учење користимо експлицитно моделирање студената, користећи ILS упитник као први корак. Овај први корак иницијализује модел студената. Како студент напредује у систему, модел студента се аутоматски ажурира у складу са интеракцијама са системом. Ово се постиже помоћу нашег предложеног имплицитног модела студента који је објашњен у следећем одељку.

## **5.2. ПРЕДЛОЖЕНИ ДИНАМИЧКИ АДАПТИВНИ АЛГОРИТАМ**

Овај одељак описује наш аутоматски приступ за ажурирање студентских модела и прилагођавање испоруке предмета према њиховим преферираним стиливима учења. Спецификације модела и алати за процену биће објашњени у пододељку 5.2.1. Затим ће пододељак 5.2.2 показати како је овај модел уграђен у наш адаптивни алгоритам.

### **5.2.1. МОДЕЛ СТИЛОВА УЧЕЊА**

Дакле, фокусирамо се на FSM уз адаптивни систем *eTeacher*. Модел описује преферирани стил учења студената, правећи разлику између преференција у четири димензије („обрада“, „примање“, „перципира“ и „разуме“).

У димензији „обрада“, преферирани стил студената може се квантификовати према скали која се креће између јаке преференције за „активни“ (-11) и снажне преференције за „рефлексивни“ (11) стил учења. Понекад је згодно представити скалу као целе бројеве између -11 (за снажно активни стил учења) и 11 (за снажно рефлексивни стил учења), иако Felder-Silverman преферира цео број у опсегу од 1 до 11 праћен активним или рефлексивним стиливима учења [17]. У овој димензији користимо „а“ за активни и „б“ за рефлексивни стил учења.

У димензији „примање“, преферирани стил студената може се квантификовати према скали која се креће између снажне преференције за визуелни (11а) и снажне преференције за вербални (11б) стил учења.

У димензији „перцепције“, преферирани стил студената може се квантификовати према скали која се креће између снажне преференције за сензорни (11а) и снажне преференције за интуитивни (11б) стил учења.

У димензији „разуме“, преферирани стил студената може се квантификовати према скали која се креће између снажне преференције за секвенцијални (11а) и снажне преференције за глобални (11б) стил учења.

Све преференције стилова учења у скали од -11а до 11б су приказане у Табели 4.1.

Постоје јаки аргументи за уклањање биполарности овог модела, и уместо тога модел има осам димензија уместо четири. Међутим, одлучили смо да користимо оригинални модел пошто је он широко прихваћен и добро оправдан у оригиналном раду [17]. Активан и рефлексиван стил су супротни и сматра се да особа неће бити и јако активна и јако рефлексивна. Слично и за остале димензије.

FSM обезбеђује добро успостављен инструмент „Индекс стила учења“ (ILS) са онлајн упитником који се састоји од 44 питања. Постоји 11 питања за сваку од четири димензије (Табеле 6.2 - 6.5). Свако питање захтева избор између два могућа одговора: (а и б). Након обраде одговора на упитник, инструмент даје резултат (-11а, -9а, -7а, -5а, -3а, -1а, 1б, 3б, 5б, 7б, 9б или 11б) за сваку од четири димензије. Резултати ILS упитника дају индикацију преферираних стилова учења студената у облику четири резултата.

Сваки студент има личне преференције у свакој димензији. Свака преференција може бити изражена вредношћу између -11а до +11б. Студент представљен у табели 5.1 има резултате од 7а, 1а, 7а и 7а који се такође могу изразити као -7, -1, +7 и +7. Оцене у опсегу од 3а до 3б (тј. -3 до +3) за једну од димензија указују на прилично добро избалансирану преференцију за две димензије те димензије. Резултати у распону од 7а до 5а или од 5б до 7б указују на умерену преференцију за један стил испоруке у датој димензији, а резултати у опсегу од 11а до 9а или 9б до 11б указују на снажну преференцију за стил испоруке

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

на једном од полова димензија. У пододељку 2.1.4. табела 2.3 приказује скалу преференција Felder-Silverman модела стила учења.

**Табела 5.1** | Пример резултата одговора студента на ILS упитнику

Стил учења	Одговор студента	Одговор студента	Стил учења
Активни (ACT)	-11 -9 <b>-7</b> -5 -3 -1	1 3 5 7 9 11	Рефлексивни (REF)
Сензорни (SEN)	-11 -9 -7 -5 -3 <b>-1</b>	1 3 5 7 9 11	Интуитивни (INT)
Визуелни (VIS)	-11 -9 -7 -5 -3 -1	1 3 5 <b>7</b> 9 11	Вербални (VRB)
Секвенцијални (SEQ)	-11 -9 -7 -5 -3 -1	1 3 5 <b>7</b> 9 11	Глобални (GLO)

Felder и Solomon [60], су оформили бодовну листу за ILS упитник као што је приказано на слици 5.1 и процедуру за израчунавање резултата студената која се састоји у следећем:

- Ставити „1” у одговарајућа места у табели испод, на пример, ако је студент одговорио „а” на питање 1, ставити „1” у колону „а” уз питање 1, али ако је он/она одговорио „б” за питање 1, ставити „1” у колони б. Одговор на свако питање треба да буде „а” или „б”;
- Саберите све јединице испод сваке колоне и упишите збир у назначене просторе;
- Одузети мањи укупан број од већег за сваку од четири скале; и
- Уписати резултат разлике, који ће бити број између 1 и 11, а затим написати слово „а” или „б” за које је укупан број већи у најнижем реду.

На пример, у колони за Активни-Рефлексивни стил учења (ACT-REF) ако је студент одговорио на 3 питања „а” и 8 питања „б”, одговор би био разлика између 8 и 3, што је „5” и „б” јер имамо више „б” него „а”. Затим бисмо написали у најнижем реду испод колоне ACT-REF „5б”. То значи да студент има умерену преференцију Рефлексивног стила учења (5б) која се рефлектује у оквиру ACT-REF димензије.

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

ACT/REF			SNS/INT			VIS/VRB			SEQ/GLO		
Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b	Q	a	b
1	—	—	2	—	—	3	—	—	4	—	—
5	—	—	6	—	—	7	—	—	8	—	—
9	—	—	10	—	—	11	—	—	12	—	—
13	—	—	14	—	—	15	—	—	16	—	—
17	—	—	18	—	—	19	—	—	20	—	—
21	—	—	22	—	—	23	—	—	24	—	—
25	—	—	26	—	—	27	—	—	28	—	—
29	—	—	30	—	—	31	—	—	32	—	—
33	—	—	34	—	—	35	—	—	36	—	—
37	—	—	38	—	—	39	—	—	40	—	—
41	—	—	42	—	—	43	—	—	44	—	—
<b>Total (sum X's in each column)</b>											
ACT/REF			SNS/INT			VIS/VRB			SEQ/GLO		
a	b		a	b		a	b		a	b	
—	—		—	—		—	—		—	—	
<b>(Larger – Smaller) + Letter of Larger (see below*)</b>											
—	—		—	—		—	—		—	—	

\*Example: If you totaled 3 for a and 8 for b, you would enter 5b in the space below.

**Слика 5.1** | Бодовна листа за ILS упитник, прилагођено према [60].

Резултат евалуације ILS упитника је скуп од четири бода, по један за сваку димензију. Укупан стил учења може се изразити као вектор:

$$SU = [SU_1, SU_2, SU_3, SU_4] \tag{5.1}$$

Свака димензија од  $SU_1$  до  $SU_4$  може бити представљена као вредност између -11 и 11. Алтернативно, свака димензија  $SU_i$  за  $i = 1$  до 4 може бити представљена као вектор  $(B_i, P_i)$  где је  $B_i$  цео број између 1 и 11, а  $P_i$  је 'a' или 'b'.

Према FSM, сваки  $SU_i$  узима по 4 бода  $[B_1, B_2, B_3, B_4]$ . Где је  $B_1$  бод у оквиру димензије обраде  $(-11 \leq B_1 \leq 11)$ ;  $B_2$  је у оквиру димензије разумевања  $(-11 \leq P_2 \leq 11)$ ;  $B_3$  је бод у оквиру димензије пријема  $(-11 \leq B_3 \leq 11)$ ;  $B_4$  је бод у оквиру димензије перцепције  $(-11 \leq B_4 \leq 11)$ .

Дакле, стилови учења сваког студента могу бити представљени као скуп од 4 бода  $((a_1, b_1), (a_2, b_2), (a_3, b_3), (a_4, b_4))$ .



### 5.2.2. АЛГОРИТАМ СЛИЧНОСТИ

Садржај курса за наш адаптивни систем подељен је на наставне садржаје који се називају „објекти учења“. Сваки објекат учења подељен је на одређени број „атома“, од којих се сваки концентрише на једно одређено питање. Сваки атом представља део информације и укључује једно питање за процену. Сваки објекат учења може бити представљен у различитим стиловима учења. Динамички адаптивни алгоритам предложен у овој дисертацији заснива се на концепту „сличности“.

Да бисмо пронашли сличност између два студента, упоређујемо њихове записе података који каталогизују њихову претходну интеракцију са системом. Обично поредимо непотпуну евиденцију „новог студента“ који тренутно проучава објекат учења са комплетном евиденцијом претходног студента који је успешно завршио и положио наставни садржај. Можда има много „претходних студената“ који су положили наставни предмет. Идентитети ових „претходних студената“ се чувају у „реду сличности“ који је поређан према сличности записа са непотпуним записом новог студента до тачке до које је нови студент стигао. Ред се сортира од најсличнијег до најмање сличног. Алгоритам адаптације затим претражује овај ред да пронађе највећи резултат сличности између претходног и новог студента како би одлучио како да представи наставни садржај новом студенту.

У Табели 5.2 је сумирана нотација коју смо користили у нашем предложеном алгоритму. Претпоставимо да смо имали  $n$  претходних студената који су користили наш адаптивни систем. Тада је листа претходних ученика  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ .

Табела 5.2 |Опис симбола у алгоритму сличности

Симбол	Опис
$S$	Сви студенти који студирју у адаптивном систему
$N_k$	Наставни садржај из материјала за учење
$S_i$	Студент који је учио $N_k$ и није положио

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

$S_j$	Претходни студенти који су учили $N_k$ и који су положили
$P_{0i}$	Просечна оцена студента који није успео да положи наставни садржај $N_k$
$P_{0j}$	Просечна оцена претходних студената који су положили наставни садржај $N_k$
$V_{ik}$	Време проведено од стране студента који није положио након учења наставног садржаја $N_k$
$V_{jk}$	Време проведено од стране претходних студената који су положили након учења наставног садржаја $N_k$
$SU_{ik}$	Стил учења студента који није положио током учења наставног садржаја $N_k$
$SU_{jk}$	Стилови учења претходних студената који су учили наставни садржај $N_k$
$g$	Група студената који су учили наставни садржај $N_k$
$j$	Студент из групе $g$ који је учио наставни садржај $N_k$

Нови студент ће бити означен као  $S_{n+1}$  и имаће почетни вектор стила учења  $SU_{n+1}$  (иницијални) додељен ILS проценом FSM, а који се добија када нови студент почне да користи адаптивни систем. Ако нови студент не положи наставно градиво по основу иницијалне процене стила учења, алгоритам тражи најсличније претходне студенте који су учили и положили исти наставни садржај.

Сличност између два студента  $S_i$  и  $S_j$  који су учили наставни садржај  $N_k$  где студент  $S_i$  није успео да положи наставни садржај  $N_k$ , а  $S_j$  га је положио, дефинисана је следећом једначином сличности:

$$S_{im} = \frac{1}{3} [\Gamma_{po} (P_{0i}, P_{0j}) + \Gamma_v (V_{ik}, V_{jk}) + \Gamma_{su} (SU_{ik}, SU_{jk})] \quad (5.2)$$

$P_{0i}$  и  $P_{0j}$  су просечне оцене за  $S_i$  и  $S_j$ , а  $\Gamma_{po} (P_{0i}, P_{0j})$  је  $\phi$ -ја дистанце просечних оцена која мери разлику између  $P_{0i}$  и  $P_{0j}$ .  $V_{ik}$  и  $V_{jk}$  су временска трајања (у секундама) које су потребне  $S_i$  и  $S_j$  за проучавање наставног садржаја  $N_k$  и  $\Gamma_v (V_{ik}, V_{jk})$  је  $\phi$ -ја за временско растојање која мери разлике између  $V_{ik}$  и  $V_{jk}$ .  $SU_{ik}$  и  $SU_{jk}$  означавају векторе стилова учења студената  $S_i$  и  $S_j$  током учења наставног садржаја  $N_k$ . Стилови учења се не мењају за статичку адаптацију, али се могу променити

током динамичке адаптације.  $\Gamma_{su}(SU_{ik}, SU_{jk})$  је  $\phi$ -ја дистанце стила учења која мери разлику између  $SU_{ik}$ ,  $SU_{jk}$ .

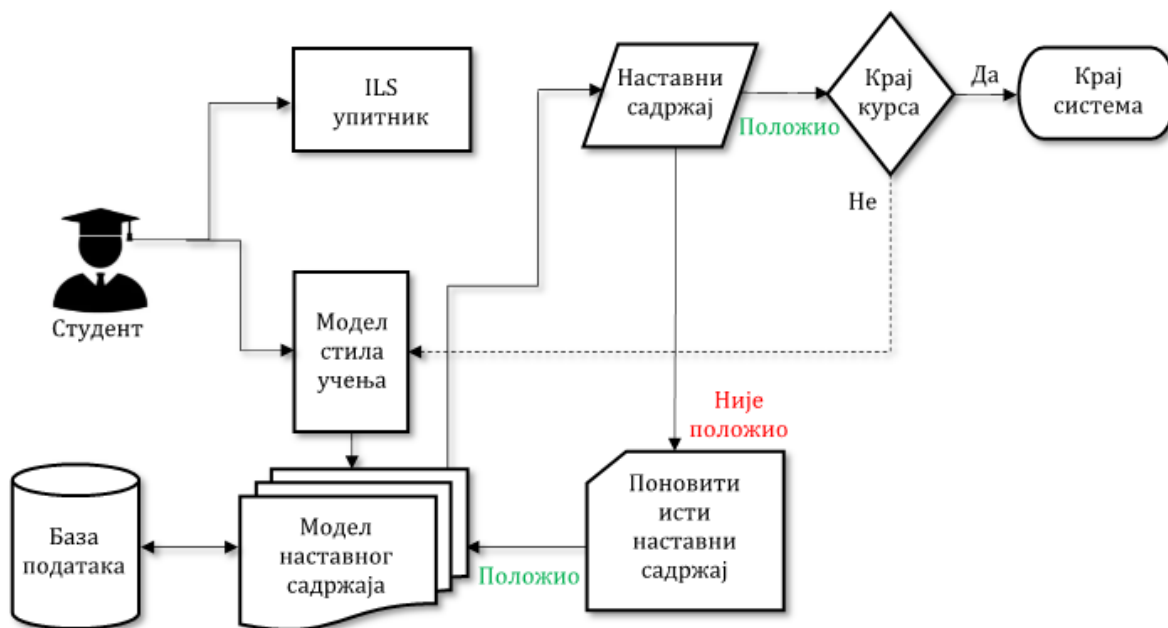
Све три  $\phi$ -је дистанце  $\Gamma_{po}(Po_i, Po_j)$ ,  $\Gamma_v(V_{ik}, V_{jk})$  и  $\Gamma_{su}(SU_{ik}, SU_{jk})$  су нормализоване у области између 0 и 1. Према томе,  $0 \leq S_{im}(i, j, k) \leq 1$  је за све вредности  $i, j$  и  $k$ .

### 5.3. АРХИТЕКТУРЕ АДАПТИВНОГ LMS

Да бисмо потврдили механизме моделирања и прилагођавања предложене у претходним одељцима, имплементирали смо их у експериментално адаптивно образовно окружење које проширује Moodle LMS. Да бисмо потврдили предложени приступ у смислу поузданости и перформанси, упоредићемо га са статичким адаптивним LMS и редовним LMS. У наредним одељцима ћемо представити предложене архитектуре за три система.

#### 5.3.1. АРХИТЕКТУРА НЕАДАПТИВНОГ LMS

Дијаграм тока на слици 5.2 илуструје архитектуру система редовног неадаптивног LMS. Студент може да попуни ILS упитник, али се он не користи да утиче на извођење курса. Модел студента је обично веома једноставан, у поређењу са оним који је потребан за статичко адаптивни систем е-учења и динамичко адаптивни систем е-учења. Садржи основне информације о студентима, као што су име и презиме, идентификациони број, просечна оцена и ниво знања. Модел садржаја курса приступа бази података, односно материјалу курса преко MySQL упита да би добио потребан садржај за учење без икаквог приступа моделу студената. Систем затим студенту представља наставне елементе које су припремили аутори курса. На крају сваког наставног градива, систем оцењује студентово знање. Ако студент положи, онда ће му бити представљено следеће градиво. Ако студент не положи, може поновити градиво до два пута уз исту презентацију. Студент наставља учење на исти начин до краја наставног садржаја предмета.



Слика 5.2 | Дијаграм тока архитектуре неадаптивног LMS

### 5.3.2. АРХИТЕКТУРА СТАТИЧКО АДАПТИВНОГ LMS

Дијаграм тока на слици 5.3 илуструје статичку адаптивну архитектуру LMS. Када се студент пријави преко Moodle-а, иницијализује се модел студента који чува све податке специфичне за студента. Студент попуњава ILS упитник и резултати се чувају у моделу студента. Модел садржаја курса приступа бази података, односно материјалу курса преко MySQL упита како би издвојио садржај учења. Представља материјал студенту у облику који одговара студентовим преферираним стилима учења, као што је трен утно похрањено у моделу студента. Статички адаптивни LMS студенту представља наставно градиво, а на крају сваког градива систем оцењује студентово разумевање елемената градива. Ако студент положи, онда он прелази на следеће наставно градиво. Ако студент не положи, може поновити градиво до два пута уз исту презентацију. Студент наставља учење на исти начин до краја курса. Модел студента се не ажурира током курса; адаптација садржаја учења врши се на почетку наставе и не мења се.



Слика 5.3 | Дијаграм тока архитектуре статичко адаптивног LMS

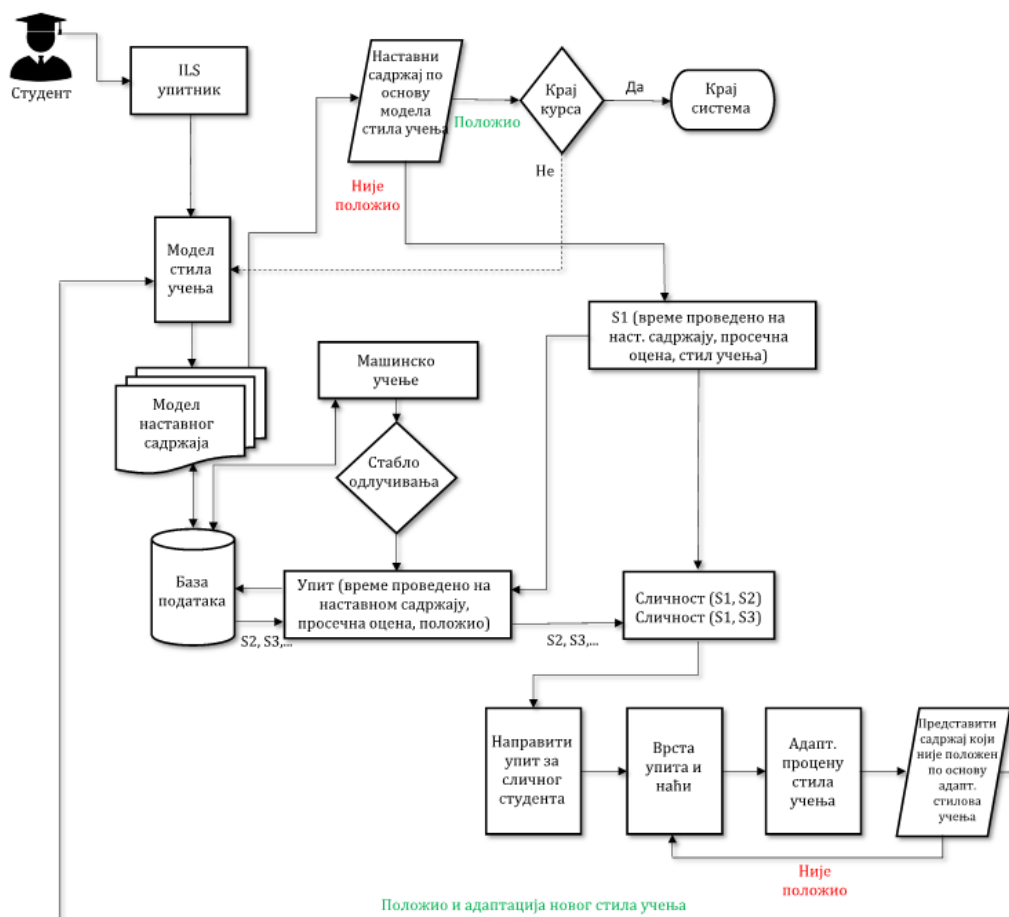
### 5.3.3. АРХИТЕКТУРА ДИНАМИЧКО АДАПТИВНОГ LMS

Главни циљ овог истраживања је да обезбеди динамичку прилагодљивост садржаја учења на основу идентификације карактеристика студената и стилова учења у комбинацији са резултатима серије тестова спроведених на крају сваког наставног градива. Као што је приказано на дијаграму тока (Слика 5.4), прилагодљивост је реализована коришћењем четири компоненте: модела студента, модела садржаја, алгорита сличности и алгорита машинског учења. Када се студент пријави преко Moodle LMS-а, иницира се ILS упитник који студент испуњава да би предвидео свој стил учења. Сви подаци специфични за студента, резултати стилова учења, тренутна фаза садржаја учења, просечна оцена студента и интеракција са системом се бележе у моделу студента. Модел садржаја приступа садржају учења и представља га новом студенту према жељеним димензијама стила учења.

Наставни садржаји су прилагођени студентовом преферираном стилу учења. Након проучавања сваког градива, од студента се тражи да одговори на низ

питања како би се оценила његово разумевање градива. Ако резултати оцењивања нису задовољавајући и студент не положи евалуацију, алгоритам сличности претражује системску базу података у потрази за претходним обрасцима учења који су слични онима код овог новог студента. Мерење сличности је заснована на једначини сличности (5.2) дефинисаној у одељку 5.2.2., затим алгоритам формира листу претходних студената и преуређује је, према сличности, од највишег ка најнижем. Сличност није само у стилу учења студента; покрива карактеристике студента, његово време проведено на наставном градиву, његову просечну оцену и његов стил учења. Сходно томе, алгоритам бира најсличнијег студента и представља садржај учења градива прилагођен његовом преферираном стилу учења, који можда није исти као код претходног студента. Након тога следи процена разумевања новоприлагођеног градива, односно презентације за новог студента. Ако нови студент прође евалуацију са новим стилем учења, алгоритам ажурира модел студента овим променама. Ове промене ће бити враћене у модел садржаја студента који ће се користити за представљање следећег наставног градива са ажурираним моделом студента.

Ако студент други пут не уради добро са ново прилагођеним стиловима учења, алгоритам бира следећег студента са листе сличности. Систем затим представља градиво новом студенту са преферираним стилем учења овог другог претходног студента. Дозвољено је новом студенту да понови исто градиво до три пута. Ово ограничава време потребно за учеснике који учествују у експериментима. Ако нови студент не уради добро ни у једном од три понављања, систем бира најбољи од три исхода како би одлучио који стил учења ће се користити за представљање следећег наставног градива.



Слика 5.4 | Дијаграм тока архитектуре динамичко адаптивног LMS

Наш адаптивни систем је имплементиран на LMS-у који користе студенти који похађају онлајн курсеве. Алгоритам адаптивности мора бити у стању да брзо произведе уређену листу претходних студената како би реаговао на акцију студената и стилове учења у разумном временском периоду. Да би се ово постигло, алгоритам је повезан са шемом машинског учења која је способна да ефикасно рукује записима података студената како број записа постаје све већи. Како се повећава број записа претходних студената, ефикасност имплементације алгоритма сличности постаје све важнија. Мора да буде у стању да брзо обрађује записе да би се идентификовали слични стилови учења понашања међу студентима. Да би се постигла ова ефикасност, користи се класификациони алгоритам за идентификацију и параметризовање сличних образаца у записима. Ово је једна од предности предложеног система, односно повећање перформанси и

тачности система у поређењу са сличним адаптивним системима, који су сложени и скупи [178].

Предност предложеног система у односу на друге адаптивне системе је у томе што не укључује никакав додатни рад за студенте, осим попуњавања ILS упитника на почетку. Студенти не морају имати никакву улогу у одабиру жељеног пута учења и од њих се не тражи да дају мишљења или оцене које их могу збунити и омести. Наш предложени адаптивни систем прилагођава стилове учења студената у складу са њиховим радњама током курса и периодично ажурира модел студената.

## **5.4. МАШИНСКО УЧЕЊЕ У СИСТЕМИМА ЗА АДАПТИВНО УЧЕЊЕ**

Резултат праћења евиденције претходних студената ће створити велику количину података. Израчунавање сличности између ових записа студената биће изазовно и могло би потрајати. Алгоритми машинског учења могу овај процес учинити ефикаснијим груписањем студентских записа у класе означене заједничким карактеристикама. Тада адаптивни систем може тражити класу за коју ознаке указују да су њени чланови блиски тренутном студенту. Затим изводи алгоритам сличности међу мањим бројем студената који припадају овој групацији.

### **5.4.1. АЛГОРИТАМ МАШИНСКОГ УЧЕЊА**

Машинско учење може да изгради моделе сложених структура података који се могу обучити да предвиђају њихову вероватну дистрибуцију. Рачунарски програми се тако могу програмирати да ефикасно идентификују обрасце у подацима и доносе аутоматске одлуке о томе. Одлуке могу имати много различитих облика, укључујући класификацију, груписање и предвиђање. У класификацији, можда имамо огромну количину података и желимо да их поделимо на означене подгрупе који садрже податке са сличним карактеристикама. Ознаке параметризују карактеристике. Кластеровање додељује податке класама према одговарајућим мерама удаљености, а предвиђање предвиђа понашање података у одређеној класи према њеним параметризованим



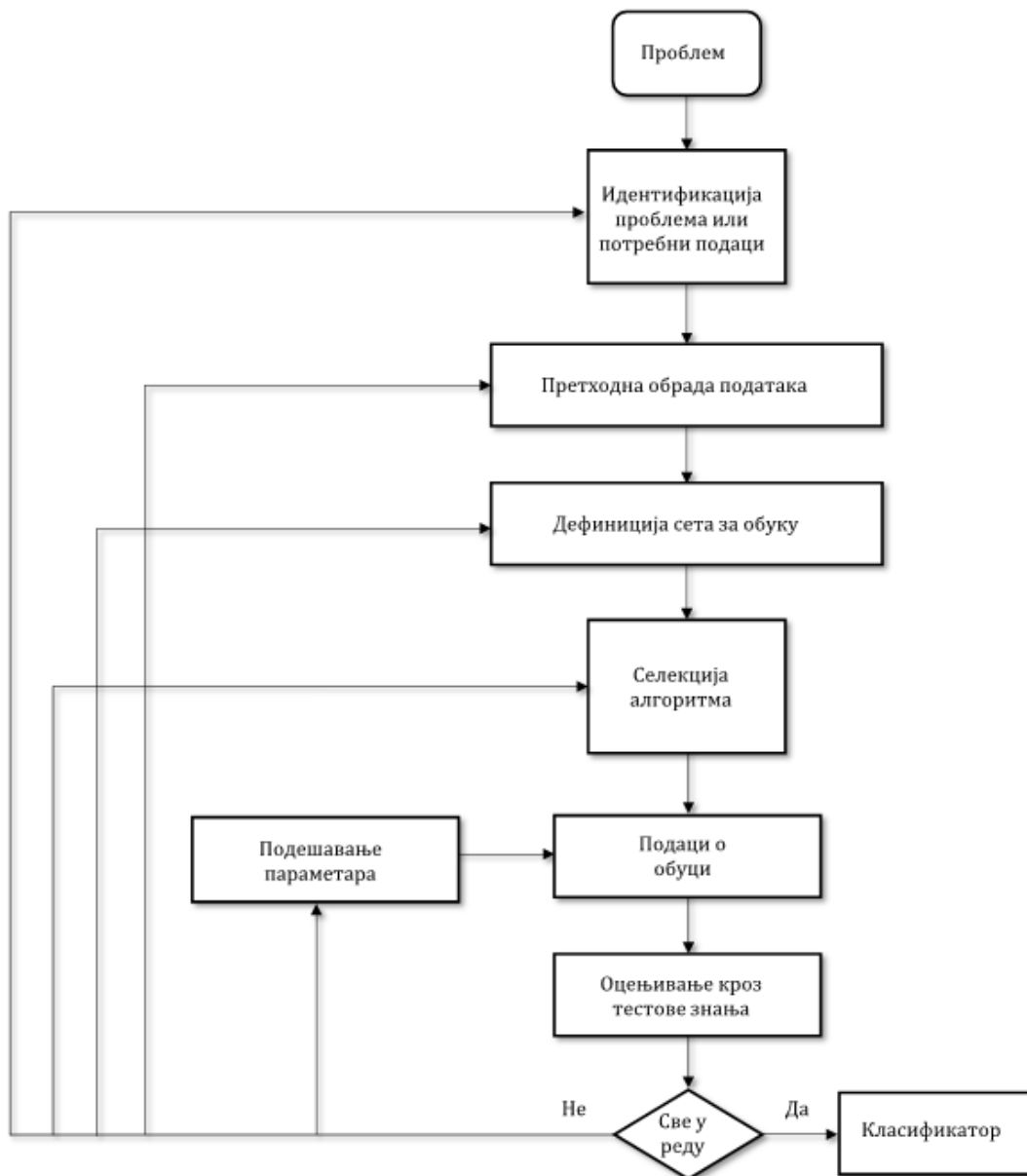
карактеристикама. Нове инстанце података могу се мапирати у одговарајућу класу [179].

Процес примене класификације машинским учењем на проблем из стварног света илуструје слика 5.5. Први корак је прикупљање скупа података за проблем и проналажење његових важних карактеристика и атрибута. У неким случајевима, скуп података треба да буде претходно обрађен да би се уклонили шумови и вредности  $\phi$ -ја које недостају. Затим се мора изабрати одговарајући алгоритам машинског учења и обучити га са репрезентативним примерима података. Након тога, врши се прелиминарно тестирање како би се проценило колико добро алгоритам мапира инстанце у класе.

Алгоритми машинског учења су организовани на основу жељеног исхода алгоритма [180]. Алгоритми засновани на логици су фокусирани на две групе метода логичког учења: стабло одлучивања<sup>8</sup> и класификаторе засноване на правилима. У нашем систему адаптивног учења користимо ID-3 (енгл. Iterative Dichotomiser-3), алгоритам стабла одлучивања. Разлог за одабир овог алгоритма је тај што се лако имплементира у MySQL и PHP, који су исти алати који се користе за имплементацију Moodle-а. ID-3 се лако имплементира, а време за изградњу модела расте само линеарно са величином скупа података. Стога је бржи од многих других алгоритама за машинско учење, као што је Бајесов алгоритам машинског учења [181]. Бајесов класификациони алгоритам израчунава операцију производа да би проценио вероватноће које означавају сваку класу и за које би могло бити потребно доста времена да се конструише стабло. Насупрот томе, ID-3 стабло се конструише према вредности атрибута. Свака класа је додељена једном листу који представља најприкладнију циљну вредност. Претраживање стабла ће се заснивати на вредности ових атрибута, што чини да је ID-3 најбољи алгоритам за наш алгоритам сличности.

---

<sup>8</sup> У преводу често се назива и *Дрво одлучивања* (енгл. Decision tree).



Слика 5.5 | Дијаграм тока процеса класификације машинског учења

#### 5.4.1.1. Алгоритам стабла одлучивања

Учење стабла одлучивања или индукција стабла одлучивања је један од најчешће коришћених алгоритама за индуктивне инстанце који се користи поред осталог и у машинском учењу. Он класификује инстанце тако што их сортира одозго према доле од коренских до лисних чворова који класификују инстанце на основу вредности карактеристика. Почињемо од коренског чвора и постављамо

питања да одредимо коју ивицу да пратимо, све док не дођемо до лисног чвора и одлука се не донесе. Сваки нелисни чвор стабла одлучивања одговара улазном атрибуту, а сваки лук са могућом вредношћу тог атрибута. Листни чворови представљају класе које одговарају очекиваној вредности излазног атрибута када су улазни атрибути описани путањом од коренског чвора до тог лисног чвора.

Као што смо навели у одељку 5.5.1., један од широко коришћених алгоритама за учење стабала одлучивања у систему адаптивног учења је алгоритам ID-3. ID-3 класификује нови пример у одговарајућу класу. Стабло има неколико листова. Сваки лист представља класу. Модел је изграђен од око 40 до 50% скупа података. ID-3 алгоритам има за циљ да пронађе циљну променљиву на основу неколико улазних варијабли [182]. Алгоритам је изграђен на основу функције која се зове информациони добитак, како је дефинисана једначином (5.1). Ова  $\phi$ -ја одређује чвор кроз који треба да прође на основу вероватноће између овог тренутног чвора и подређеног чвора. То је статистичко својство које мери колико добро дати атрибут дели примере обуке према њиховој циљној класификацији, где је *Entropy* математичка  $\phi$ -ја која мери садржај информација случајног процеса.

$$Entropy(S) = - \sum p_i * \log_2 (p_i); \quad i = 1 \text{ to } n \quad (5.3)$$

где је  $n$  укупан број класа у циљној колони (у нашем случају  $n = 2$  тј. ДА и НЕ)  $p_i$  је вероватноћа класе 'i' или однос "броја редова са класом  $i$  у циљној колони" на „укупан број редова“ у скупу података.

Добитак информација за карактеристику колоне  $A$  израчунава се као:

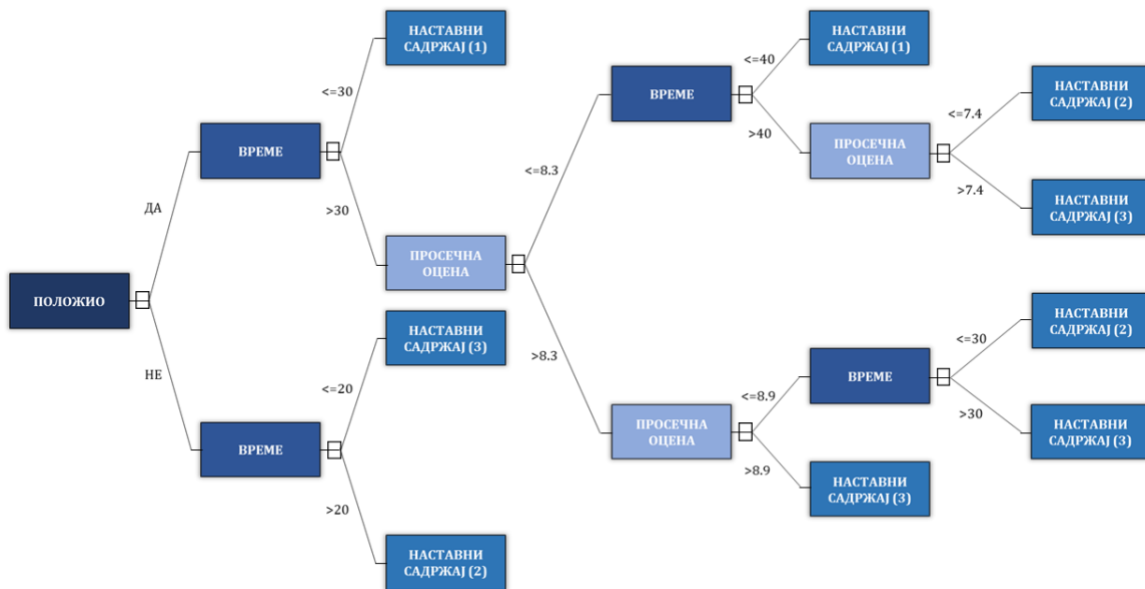
$$IG(S, A) = Entropy(S) - \sum ((|S_v| / |S|) * Entropy(S_v)) \quad (5.4)$$

где је  $S_v$  скуп редова у  $S$  за које карактеристика колоне  $A$  има вредност  $v$ ,  $|S_v|$  је број редова у  $S_v$  и исто тако  $|S|$  је број редова у  $S$ .

ID-3 користи меру добијања информација да бира између атрибута кандидата у сваком кораку док стабло расте. На основу ових итерација, алгоритам ради док не дође до листа.

Слика 5.6 приказује моделирани ID-3 алгоритам за податке студената као стабло у коме су корен и чворови атрибути машинског учења, као што су пролаз или неуспех студената, наставни садржаји или просечна оцена. Наставни садржаји

би били листови стабла. Структуре стабла се могу користити за закључивање атрибута који ће се користити за побољшање перформанси упита у благовременом преузимању података из базе података.



Слика 5.6 | ID-3 моделованог стабла одлучивања за скуп података студената

## ШЕСТО ПОГЛАВЉЕ

### 6. ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК

#### 6.1. ДИЗАЈН ЕКСПЕРИМЕНТА

У литератури је објављено неколико система адаптације који користе стилове учења као параметре за статичку адаптацију. Међутим, емпиријске студије које су спроведене да би се испитала њихова ефикасност нису успеле да покажу значајна побољшања у перформансама студената када им се наставни садржај представи на начин који одговара њиховим жељама [183], [184], [185]. Оно шта је уочено је смањење времена потребног за учење наставног садржаја, времена проведеног у LMS и броја захтева за учење додатних објекта учења. Резултати многих експерименталних студија које су спроведене указују на то да је искоришћавање односа између стила учења и преференција ученика још увек отворено питање. Однос између карактеристика стила учења студента и његовог понашања у интеракцији са LMS мора се даље истражити. Ови резултати и закључци мотивишу наш пројектни задатак у смислу истраживања динамичке адаптивности LSM-а засноване на стиливима учења.

Истраживачи у образовању су недавно почели да се фокусирају на то како да персонализују окружења за е-учење користећи аспекте личних карактеристика као што је преферирани стил учења студената. Адаптивни образовни системи решавају проблеме личног учења тако што студентима пружају курсеве који одговарају њиховим индивидуалним потребама и карактеристикама, као што су њихови уобичајено усвојени стилови учења. У претходним истраживањима [108], студије су показале да интегрисани стилови учења студената на онлајн окружењу могу имати значајне предности и довести до бољег учинка у резултатима студената. Новија емпиријска студија [156], извела је сличне закључке. Налази су показали да индивидуалне стилове учења треба узети у обзир у образовању и наставном процесу како би се обезбедио најбољи начин учења.

Методологија предложеног истраживања је, пре свега, да се истраже и предложе начини за проширење статичке прилагодљивости на вишеструке механизме испоруке, а затим и за увођење динамичке прилагодљивости. Ове идеје се затим демонстрирају и процењују уз помоћ студије случаја. Тема „Базе података MS Access“ изабрана је као студија случаја да би се илустровала употреба различитих механизма испоруке стварним примерима. Студија случаја је коришћена за експериментално истраживање идеја за статичку и динамичку прилагодљивост. Експеримент је захтевао од студената (волонтера) да користе имплементације ова два приступа у прелиминарној форми користећи Moodle LMS 3.6.8. са проширеним софтвером за тестирање наших хипотеза. Сваки студент који је учествовао у експерименту насумично је распоређен у једну од три групе:

- контролну;
- статичку; и
- динамичку.

Контролној групи је обезбеђен неприлагодљиви редовни онлајн наставни садржај. Статичка група је добила наставни садржај за онлајн курс прилагођен индивидуално преференцијама стилова учења сваког студента како је дефинисано на почетку курса. Ове преференције се нису мењале током студентовог напредовања кроз курс. Динамичкој групи је обезбеђен онлајн наставни садржај за курс представљен у складу са стиливима учења сваког појединачног ученика који су се мењали како студенти напредују кроз курс.

Форме пред и пост тестова се широко користе у експериментима у сврху поређења наставних група које уче наставни садржај пре и после третмана експеримента како би се измерила њихова постигнућа [186]. Дакле, пред-тест је тест који се даје студентима пре него што се експеримент примени за процену знања студената, док је пост-тест исти тест као и пред-тест и студенти га решавају након што је експеримент завршен.

У нашим експериментима, стилове учења нисмо сматрали јединим факторима за персонализацију наставног садржаја. Узели смо у обзир и друге

факторе као што су просечна оцена студента<sup>9</sup>, време проведено на курсу, број пријављивања на курс, број поена на пред и пост-тесту, време проведено на решавању теста на завршном испиту и коначна оцена студента. Систем прилагођава презентацију садржаја предмета према алгоритму сличности дефинисаном у одељку 5.2.2. Оно што је најважније, стил презентације и садржај биће прилагођени у складу са учинком студента на курсу. У нашем случају студент гради индикације шеме према динамичко прилагођеном стилу презентације. Адаптација се заснива на искуству претходних студената, узимајући у обзир њихове префериране стилове учења, просечну оцену и време проведено на LMS. Према FSM [17], различите индикације шеме могу побољшати процес учења и повећати шансе за успешно разумевање наставног садржаја.

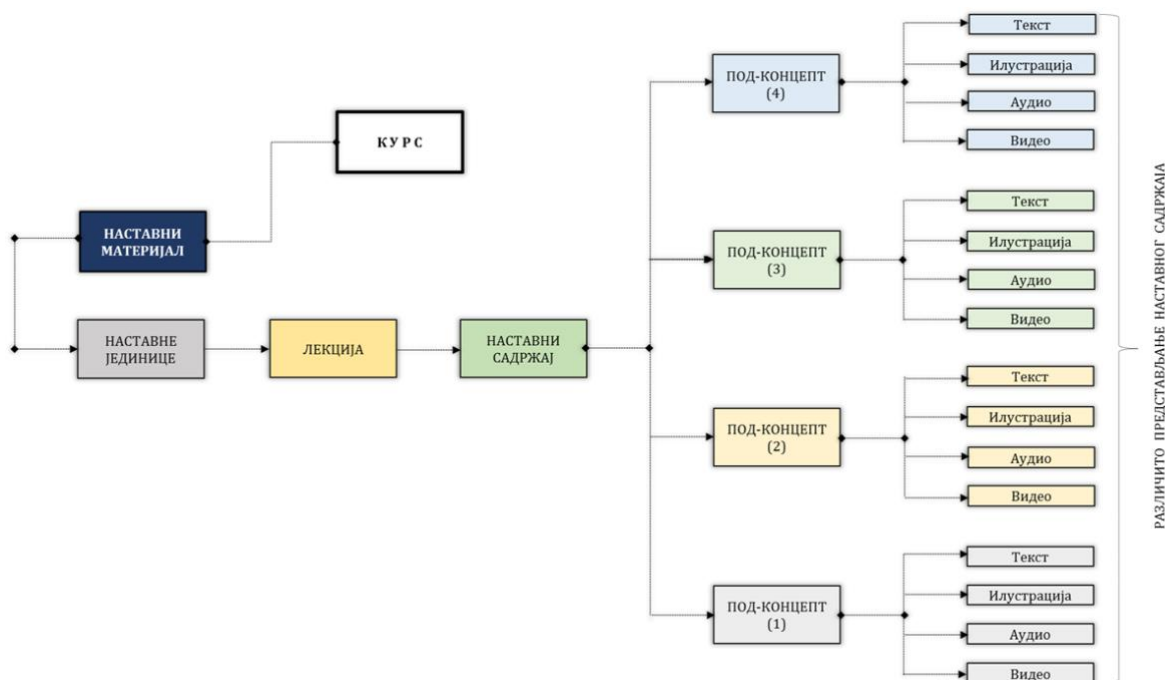
Наставни материјал за наш експеримент изабран је из области Информационо-комуникационих технологија и фокусира се на градиво обавезног предмета Основи информационих технологија, односно, на наставни садржај „Базе података – MS Access“. Наставни садржај је подељен на четири под-концепта и сваки под-концепт је даље подељен на четири објекта учења.

Наставни материјал је развијен као серија средстава објеката за учење са избором стилова презентације за сваки објекат (Слика 6.1). Ово ће нам омогућити да демонстрирамо различите стилове презентација и да илуструјемо како бисмо могли да бирамо између њих да бисмо постигли адаптивност.

Према Felderu, односно његовом објашњењу [11], већина у студената у вези са наставног садржаја има преференције у Визуелно-Вербалној димензији, док за изградњу разумевања наставног садржаја показује преференције глобално или секвенцијално. Наше истраживање ће представити наставни садржај усклађен са стилима разумевања студената узимајући у обзир Визуелно-Вербалне и Секвенцијално-Глобалне димензије FSM-а. Друге две димензије (Активне-Рефлексивне и Сензорно-Интуитивне) неће се сматрати да поједностављују експерименте.

---

<sup>9</sup> Просечне оцене свих студената су забележене пре почетка експеримента. 90 студената који су учествовали у нашем експерименту били су насумично подељени у три групе од по 30 студената. Свака група је имала студенте са просечним оценама које су варирале између 6.00 и 10.00 и биле су отприлике истих просечних интелектуалних способности.



Слика 6.1 | Хијерархијска организација садржаја наставног материјала

Felder и Silverman [17], тврде да визуелни студенти више воле да извлаче информације из онога што виде; то су слике, дијаграми, графикони, видео материјал и демонстрације предметног наставника. Вербални студенти добијају више информација из речи, као што је обезбеђено писменим и усменим објашњењима. Студенти који уче у секвенци имају тенденцију да развију своје разумевање концепата у јасно повезаним логичким корацима, који изгледају као да воде до крајњег циља. Глобални студенти имају тенденцију да прво траже опште разумевање „шире слике“ пре него што се концентришу на детаље који се често разумеју у наизглед неповезаним скоковима између подтема.

Средства објеката за учење за наставни садржај „Базе података – MS Access“ у оквиру нашег експеримента могу се представити у различитим механизмима испоруке. То су текст, илустрације, аудио и видео. Текст и аудио су „вербални“ стилови, док су илустрације и видео „визуелни“ стил. Прилози 9 и 10 су примери презентација средстава објеката за учење у вербалном и визуелном облику.



### 6.1.1. ILS УПИТНИК

Као што је објашњено у пододељцима 2.1.4 и 5.2.1, ILS упитник као инструмент FSM пружа четворо-димензионални модел преферираног стила учења сваког студента са сваком димензијом квантификованом на целобројној скали од 11а до 11б (или -11 до 11). Инструмент је уграђен у наш адаптивни систем. Корисно је сваку од скала поделити на шест интервала: -11 до -9, -7 до -5, -3 до -1, 1 до 3, 5 до 7 и 9 до 11, као што је приказано на скали преференција FSM стила учења у табели 2.1.

Сваки студент има резултат у једном од шест интервала за сваку од четири димензије. На пример, студент би могао да има резултате у интервалима (1а-3а) за Активни-Рефлексивни, (9б-11б) за Сензорни-Интуитивни, (9а-11а) за Визуелно-Вербални и (5б-7б) за Секвенцијални-Глобални]. То значи да студент има следеће преференције: између активног и рефлексивног, снажно интуитиван, снажно визуелан и умерено глобалан.

У табелама 6.1-6.6 приказане су семантичке групе повезане са питањима из ILS упитника, односно, приказана су питања из упитника која се односе за сваку од димензија FSM и везе између стилова учења и образовних материјала у Moodle LMS.

**Табела 6.1 | Семантичке групе повезане са питањима из ILS упитника**

Стил	Семантичке групе	Питања из ILS Упитника (Одговор а.)	Стил	Семантичке групе	Питања из ILS упитника (Одговор б.)
<b>Активни</b>	испробавање нечега	1, 17, 25, 29	<b>Рефлексивни</b>	развишља	1, 5, 17, 25, 29
	друштвено оријентисан	5, 9, 13, 21, 33, 37, 41		затворен/повучен	9, 13, 21, 33, 41, 37
<b>Сензорни</b>	постојећи начин	2, 30, 34	<b>Интуитивни</b>	нови начин	2, 14, 22, 26, 30, 34
	конкретно градиво	6, 10, 14, 18, 26, 38		апстрактно градиво	6, 10, 18, 38
	пажљив/а са детаљима	22, 42		не обазире се на детаље	42
<b>Визуелни</b>	слике	3, 7, 11, 15, 19, 23, 27, 31, 35, 39, 43	<b>Вербални</b>	изговорене речи	3, 7, 15, 19, 27, 35
				писане речи	3, 7, 11, 23, 31, 39
				потешкоће са визуелним стилом	43
<b>Секвенцијални</b>	оријентисан/а ка детаљима	4, 28, 40	<b>Глобали</b>	укупна слика	4, 8, 12, 16, 28, 40
	секвенцијални напредак	20, 24, 32, 36, 44		несеквенцијални напредак	24, 32
	од делова до целине	8, 12, 16		односи/везе	20, 36, 44

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

**Табела 6.2** | Питања из ILS упитника које се односе на активни и рефлесивни стил учења

<b>АКТИВНИ И РЕФЛЕСИВНИ СТИЛ УЧЕЊА</b>		
<b>Р.Б.</b>	<b>Тврдња</b>	<b>Одговори (а) и (б)</b>
1.	Боље разумем нешто након што:	(а) то испробам. (б) размислим о томе.
5.	Када учим нешто ново, помаже ми када:	(а) разговарам о томе. (б) размишљам о томе.
9.	Приликом савладавања тежег градива у групном облику рада, вероватно ћу:	(а) ускочити и допринети својим идејама. (б) држати се по страни и слушати.
13.	У школским установама које сам до сада похађала/похађао као ученица/ученик:	(а) обично сам познавала/познавао много ученика. (б) ретко сам познавала/познавао много ученика.
17.	Када решавам задатак који имам за домаћи рад, обично:	(а) обично одмах крећем са решавањем задатка. (б) понајпре настојим потпуно разумети задатак.
21.	Више волим учити:	(а) у групи. (б) самостално.
25.	Више волим прво:	(а) испробати како ствари функционишу. (б) размислити о томе како ћу нешто урадити.
29.	Лакше памтим:	(а) оно што сам направила/направио. (б) оно о чему сам дуго размишљала-размишљао.
33.	Када морам учествовати у тимском пројекту, желим да понајпре:	(а) започнемо заједно размишљати, допринесећи свако са својим идејама. (б) размишља свако за себе, а затим се састанемо и упоредимо идеје.
37.	О мени највероватније мисле да сам:	(а) друштвена/друштвен. (б) затворена/затворен.
41.	Замисао о писању семинарског рада у групи, где би сви чланови групе добили исту оцену:	(а) мени је примамљива. (б) није ми примамљива.

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

**Табела 6.3** | Питања из ILS упитника које се односе на осећајни (сензорни) и интуитивни стил учења

<b>ОСЕЋАЈНИ (СЕНЗОРНИ) И ИНТУИТИВНИ СТИЛ УЧЕЊА</b>		
<b>Р.Б.</b>	<b>Тврдња</b>	<b>Одговори (а) и (б)</b>
2.	Вероватно ме сматрају:	(а) реалистичном/реалистичним. (б) иновативном/иновативним.
6.	Да сам наставник, радије бих предавао:	(а) предмет који се бави чињеницама и стварним животним ситуацијама. (б) предмет који се бави идејама и теоријама.
10.	Лакше ми је учити:	(а) чињенице. (б) идеје и принципе.
14.	Приликом читања литературе с реалном тематиком, преферирам:	(а) ону која ме упознаје с новим чињеницама или ми говори како нешто могу учинити. (б) ону која ми даје нове идеје о којима могу размишљати.
18.	Више волим:	(а) реалност. (б) теорију.
22.	Највероватније је да ме сматрају:	(а) особом која пази на детаље у свом раду. (б) креативцем у начину на који обављам свој рад.
26.	Када читам ради личног задовољства, бирам писце који:	(а) директно кажу оно што мисле. (б) изражавају своје мишљење на креативан и занимљив начин.
30.	Када је потребно да извршим неки задатак, волим:	(а) добро савладати начин на који ћу то направити. (б) пронаћи нове начине на које то могу учинити.
34.	Сматрам већом похвалом када за некога кажем да је:	(а) разборит. (б) маштовит.
38.	Дражи су ми предмети у којима се више обрађују:	(а) конкретни садржаји (чињенице, подаци). (б) апстрактни садржаји (идеје, теорије).
42.	Када решавам дуги рачунски задатак:	(а) настојим поновити све кораке решавања проблема. (б) сматрам проверу свог рада заморном и морам себе присилити да то учиним.

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

**Табела 6.4 | Питања из ILS упитника које се односе на визуелни и вербални стил учења**

<b>ВИЗУЕЛНИ И ВЕРБАЛНИ СТИЛ УЧЕЊА</b>		
<b>Р.Б.</b>	<b>Тврдња</b>	<b>Одговори (а) и (б)</b>
3.	Када размишљам о ономе што сам радила/радио јуче, најчешће ми се појављује:	(а) слика. (б) речи.
7.	Нове информације више волим у облику:	(а) слика, дијаграма, графикона или карти. (б) писаних упута или вербалних информација.
11.	У књизи с пуно слика и графикона, више волим:	(а) пажљиво погледати слике и графиконе. (б) усредочити се на писани текст.
15.	Волим наставнике који:	(а) цртају много дијаграма на табли. (б) пуно објашњавају.
19.	Најбоље памтим:	(а) оно што видим. (б) оно што чујем.
23.	Када су ми потребна упутства да пронађем одређено место, више волим:	(а) користити карту. б. добити пиане упуте.
27.	Када на настави видим дијаграм или скицу, највероватније је да ћу запамтити:	(а) слику. (б) оно што је наставник рекао о томе.
31.	Када ми неко показује податке, више волим:	(а) дијаграме и графиконе. (б) текстуално сажете резултате.
35.	Када упознам људе на некој забави, највероватније ћу боље запамтити:	(а) како су изгледали. (б) шта су рекли о себи.
39.	За забаву ћу најрадије:	(а) гледати ТВ. (б) читати књигу.
43.	Када настојим замислити слику неког места на којем сам била/био:	(а) то успевам постићи једноставно и прилично верно. (б) постижем то са напором и без много детаља.

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

**Табела 6.5** | Питања из ILS упитника које се односе на секвенцијални и глобални стил учења

<b>СЕКВЕНЦИЈАЛНИ И ГЛОБАЛНИ СТИЛ УЧЕЊА</b>		
<b>Р.Б.</b>	<b>Тврдња</b>	<b>Одговори (а) и (б)</b>
4.	Настојим:	<b>(а)</b> разумети детаље неког садржаја мада ми општа структура може бити нејасна. <b>(б)</b> разумети општу структуру мада ми детаљи могу бити нејасни.
8.	Једном кад схватим:	<b>(а)</b> све делове, разумем целину. <b>(б)</b> целину, разумем како се делови уклапају.
12.	Када решавам математички проблем:	<b>(а)</b> до решења обично долазим корак по корак. <b>(б)</b> обично одмах знам решење, али се морам потрудити како бих пронашла/пронашао кораке који доводе до њега.
16.	Када анализирам причу или роман:	<b>(а)</b> размишљам од догађајима и настојим их повезати како бих утврдила/утврдио тему. <b>(б)</b> једноставно знам шта је тема када завршим с читањем и онда се морам вратити назад и пронаћи догађаје који то потврђују.
20.	Најважније ми је да наставник:	<b>(а)</b> изложи градиво у јасним узастопним корацима. <b>(б)</b> да општу слику и повеже градиво с другим предметима.
24.	Ја учим:	<b>(а)</b> редовно, у равномерним корацима. Ако се довољно трудим, стићи ћу све научити. <b>(б)</b> на махове, с прекидима. Прво сам потпуно збуњена/збуњен, а затим ми одједном све „легне“.
28.	Када разматрам нове комплексне материјале, највероватније ћу се:	<b>(а)</b> усредити на детаље и пропустити општу слику. <b>(б)</b> настојати да разумем општу слику пре него се почнем упуштати у детаље.
32.	Када пишем неки рад, обично:	<b>(а)</b> започињем (размишљати или писати) од почетка рада, а затим кећем према крају. <b>(б)</b> започињем (размишљати или писати) различите делове рада, које касније посложим по реду.
36.	Када учим нови предмет, радије се:	<b>(а)</b> задржавам на то предмету, настојећи да научим што више о њему. <b>(б)</b> настојим повезати тај предмет с другим одговарајућим предметима.

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

40.	Неки наставници започињу своје излагање с планом садржаја градива која ће на том предавању обрадити. Такви планови су за мене:	(а) донекле корисни. (б) врло корисни.
44.	Када решавам проблеме у групи, радије размишљам:	(а) о корацима у процесу решавања проблема. (б) о могућим последицама или применама тог решења у различитим областима.

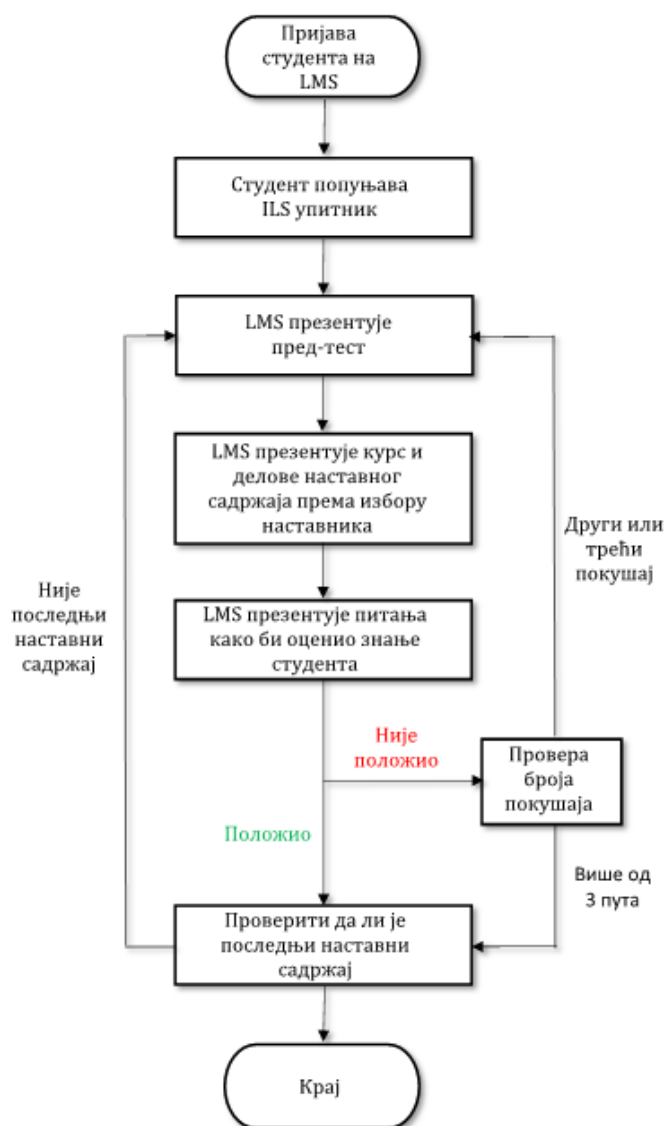
**Табела 6.6** | Веза између стилова учења и образовних материјала у Moodle LMS, прилагођено према [6].

Образовни материјали доступни на Moodle LMS	ACT	REF	VIS	VRB	SEQ	GLO	SNS	INT
Текст		×		×	×	×		×
Слика	×	×	×		×	×	×	
Аудио		×		×	×		×	
Мултимедија		×	×	×	×		×	×
Видео		×	×		×		×	
Анимација			×		×		×	
Хипертекст		×	×					×
Питања и одговори	×			×	×	×	×	
Вести	×			×	×		×	

### 6.1.2. ПРОЦЕДУРЕ ЕКСПЕРИМЕНТА ЗА КОНТРОЛНУ, СТАТИЧКУ И ДИНАМИЧКУ ГРУПУ

Експеримент у оквиру ‘контролне групе’ је спроведен коришћењем неадаптивног LMS-а који представља материјале садржаја курса као обичан онлајн курс, заснован на идеји наставника о најбољем начину представљања материјала. Студенти су преферирали преференције стилова учења које је систем забележио,

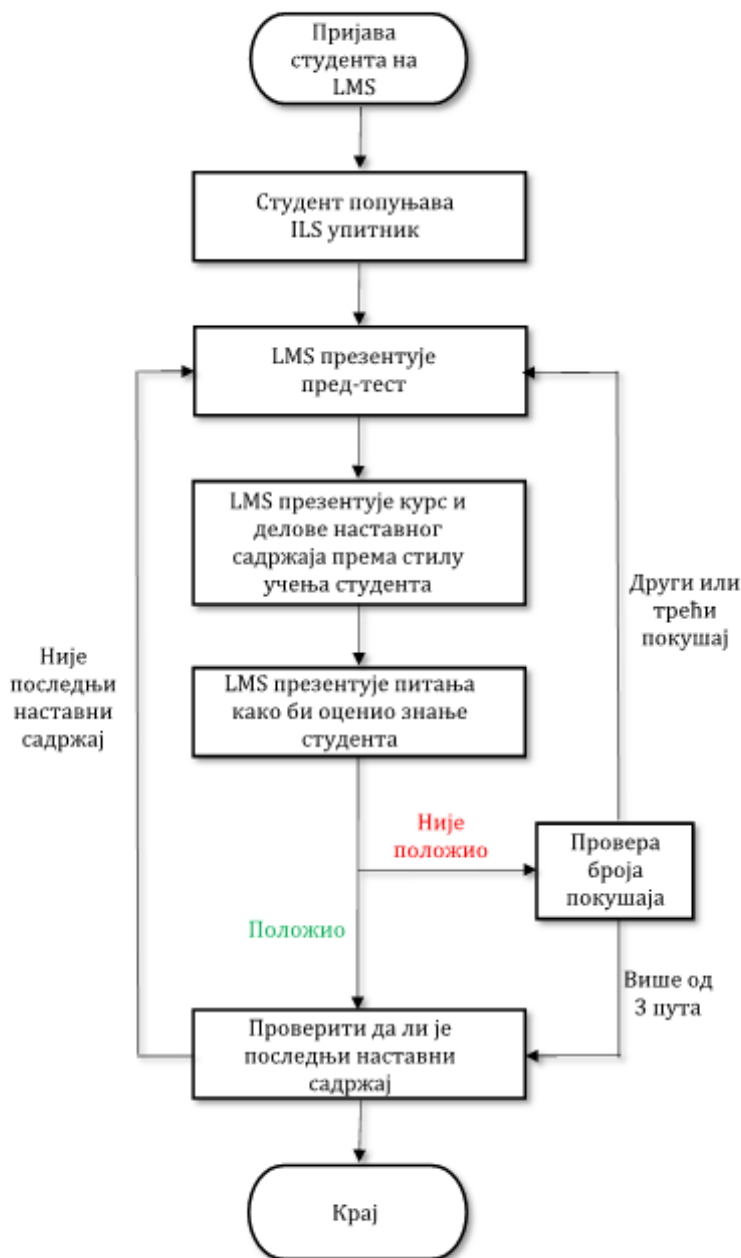
као што је изведено из ILS упитника, али није утицало на представљање наставног садржаја. Слика 6.2 илустрuje кораке експеримента контролне групе.



Слика 6.2 | Дијаграм тока - кораци процедуре 'контролне групе'

Експеримент у оквиру 'статичке групе' је спроведен коришћењем статичко адаптивног LMS-а који представља материјал садржаја курса на различите начине, на основу студентових преференција стила учења, без промене или ажурирања стилова учења студента добијених на почетку курса. Студент у овом експерименту

учи и стиче знање користећи свој специфични стил учења током целог курса. Слика 6.3 илуструје кораке експеримента.



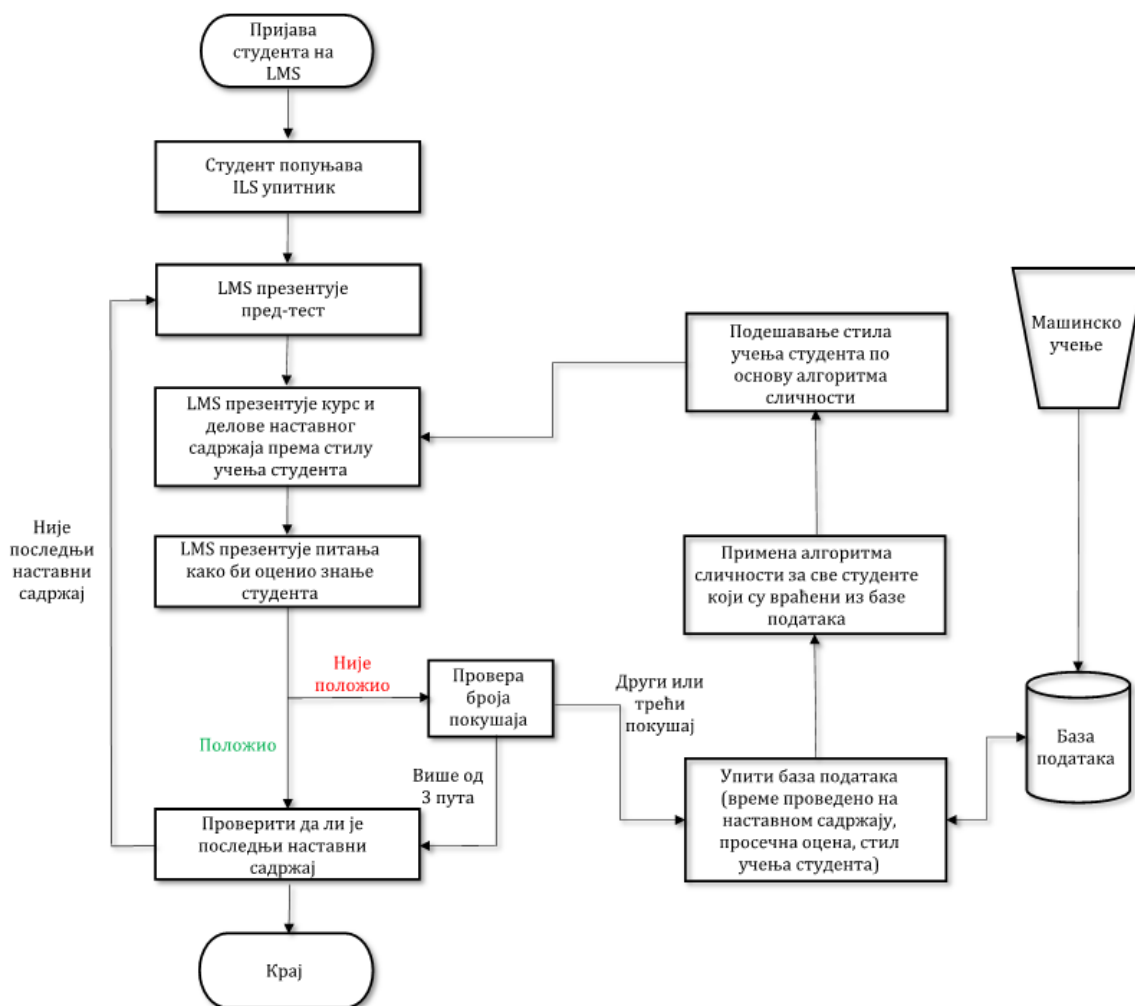
Слика 6.3 | Дијаграм тока - кораци процедуре 'статичке групе'

Експеримент у оквиру 'динамичке групе' представља материјал садржаја курса на различите начине, на основу студентових преференција стила учења. Концепти су представљени према резултатима алгоритама сличности.



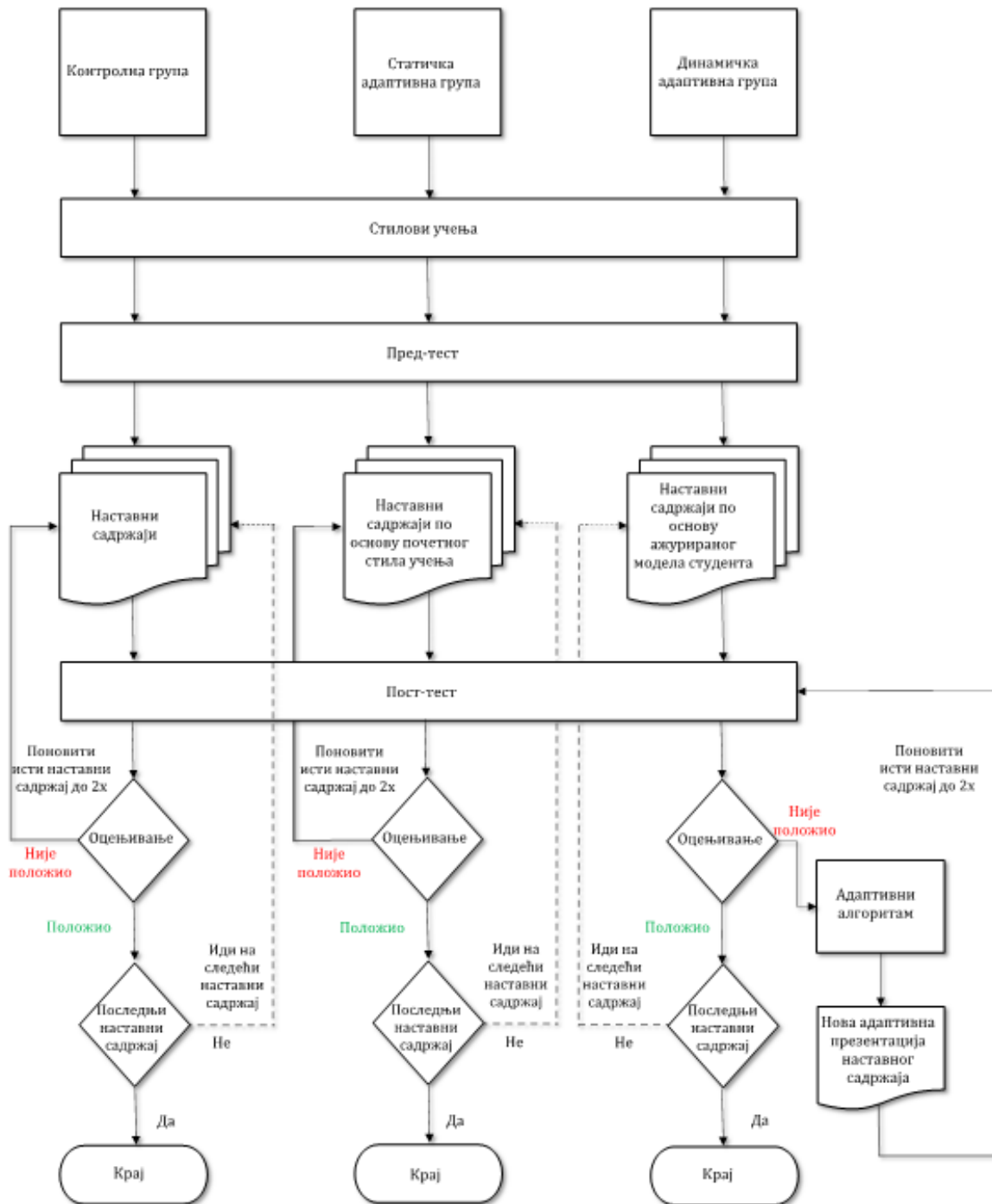
## ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ

Прилагођавања и промене стилова учења студента врше се на основу одговора студента и алгоритма сличности. Студент у овом експерименту учи и стиче знање користећи свој посебан стил учења који се може мењати у складу са постигнућима студента у оквиру наставног предмета. Слика 6.4 илуструје кораке експеримента у динамичко адаптивној групи.



Слика 6.4 | Дијаграм тока - кораци процедуре 'динамичке групе'

Слика 6.5 илуструје дијаграм тока експеримента који је спроведен да би се тестирале све три експерименталне групе.



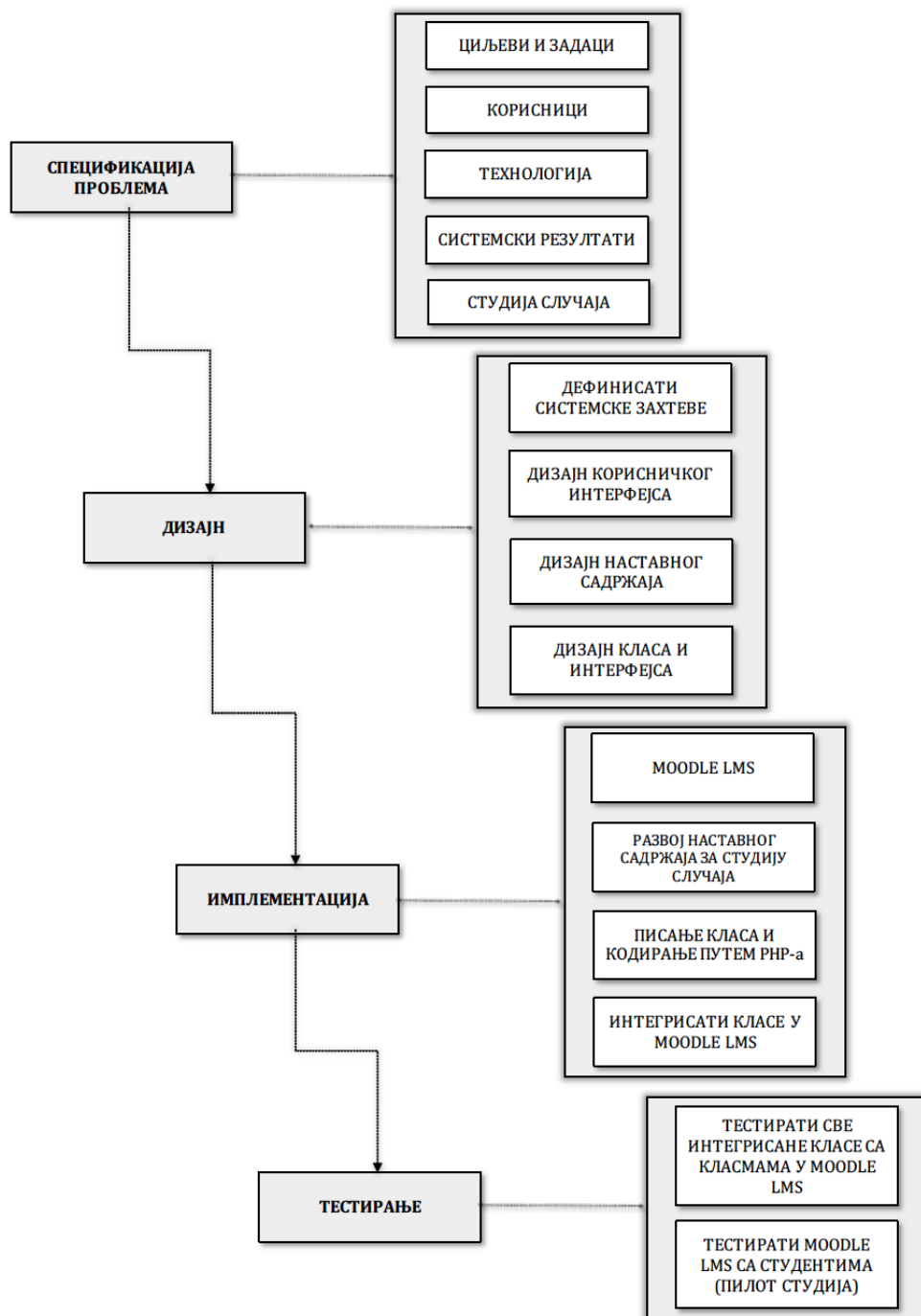
Слика 6.5 | Дијаграм тока дизајна експеримената за све три групе

## 6.2. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА

Развој адаптивних хипермедијских система није тривијалан посао. То је сложен задатак и стога је потребан одговарајући процес софтверског

# ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ

инжењеринга. „Степенasti модел“ илуструје наш приступ, који се састоји од четири елемента: спецификација, дизајн, имплементација и тестирање. Наш приступ ће бити објашњен у следећим фазама (приказаних на Слици 6.6).



Слика 6.6 | Развојне фазе динамичко адаптивног LMS

### **Фаза анализе спецификације проблема**

Анализа спецификације проблема система је први корак у развоју нашег динамичко адаптивног LMS-а. Ово је захтевало опис главних карактеристика и функција које захтевају предложени механизми.

#### ***Циљеви и задаци***

Циљ нашег динамичко адаптивног LMS-а, је да представи наставни садржај у складу са преференцијама стила учења студената и да их прилагоди током напретка учења. Преференције се чувају у адаптивном систему који би требало да буде у стању да открије различите преференције студената у вези са њиховим стиловима учења и искористи ове податке за изградњу модела студента. Сходно томе, на основу података студентског модела, студентима ће бити достављена презентација наставног садржаја који се континуирано ажурира у складу са интеракцијом студента са LMS-ом.

Први важан задатак је алгоритам сличности за динамичку адаптивност који је заснован на моделу студента. Модел студента даје његову просечну оцену, резултате попуњеног ILS упитника, време проведено у учењу наставног градива и друге информације.

Други задатак је укључивање ILS упитника у проширени софтвер за Moodle LMS.

Трећи задатак је начин развијања и чувања адаптивног наставног садржаја и његових метаподатака у Moodle LMS-у на начин да се испуне захтеви пружања наставног сарджаја у различитим стиловима учења.

Четврти и коначни задатак је сам алгоритам прилагођавања и његова интеграција у оквиру Moodle LMS-а.

Ови задаци су повезани са различитим циљевима учинка, мерама и захтевима који се могу користити за процену укупне ефикасности адаптивног система. Сва четири идентификована циља пружају фокус за даље истраживање и развој.

### ***Корисници и њихови задаци***

У оквиру овог система адаптивног учења постоје три типа корисника, и то:

- Администратор: одговоран за управљање адаптивним Moodle LMS-ом, регистрацију студената, прављење резервних копија и решавање проблема у вези са наставним садржајем, одржавање система и подршку наставницима и студентима у свим аспектима њихове интеракције са LMS – ом;
- Предметни наставници: одговорни за дизајнирање материјала за учење у складу са различитим стиловима учења који одговарају FSM; и
- Студенти: одговорни су за регистрацију и попуњавање ILS упитника, полагање пред-теста и учење из наставног садржаја који им је представљен.

### ***Технологије***

Обзиром да Алфа БК Универзитет користи у оквиру своје е-учионице Moodle LMS управо је та платформа изабрана за наш проширени LMS. Moodle је отвореног кода и његова проширивост је добро подржана детаљном документацијом и упутствима, као и шаблонима за програмирање и уграђивање нових функција [20]. Користили смо MySQL за управљање релационим базама података отвореног кода за креирање и управљање материјалом курса и историјом свих активности студената (Прилог 11.). Велики део садржаја курса у аудио-визуелном стилу направљен је коришћењем Adobe Flash Builder 4.7 да би се произвео материјал „малог веб формата” за Flash Player са интеграцијом Zoom платформе. Тзв. мали веб формат подржава графику и стриминг видео и аудио записа. Adobe Flash Builder 4.7 и слични пакети су коришћени за дизајнирање стила и начина испоруке наставног садржаја који су доступни адаптивном LMS-у. Adobe Flash Builder 4.7 омогућава је предметним наставницима да креирају визуелне изгледе са високо интерактивним медијским садржајем као што су видео, анимација, текст и графика [187].

XQuery је језик упита за преузимање структурираних и неструктурираних података из XML-а<sup>10</sup> и текстуалних датотека [188]. За нашу имплементацију користили смо верзију XQuery 3.1. Неке информације о учењу у проширеном LMS-у биће у различитим форматима и извучене из различитих извора.

Weka је софтверски пакет отвореног кода који обезбеђује колекцију алгоритама за машинско учење и рударење података за претходну обраду података, класификацију, груписање, визуелизацију и правила асоцијације регресије [189]. Омогућава проширеном LMS-у да пружи софистициране технике тражења информација студентима који захтевају увид у теме које проучавају и пружа додатне начине представљања информација.

### ***Системски резултати***

Резултати нашег адаптивног система су наставни садржаји, имплементација ILS упитника, квизови након сваког концепта, и извештаји и евиденција активности и напретка студената.

### ***Студија случаја***

Како би се конструисало адаптивно окружење за е-учење, тема „Базе података – MS Access” из наставног градива предмета ‘Основи информационих технологија’ је изабрана као студија случаја. У вези са изабраном темом, желимо да нагласимо да је то апстрактна тема, што нам је отворило могућности да развијемо различите презентације за исти наставни садржај користећи различите медије као што су аудио, анимација, видео и текст за представљање концептуалне идеје.

---

<sup>10</sup> XML је скраћеница за Extensible Markup Language, односно прошириви (мета) језик за означавање (енгл. markup) текстуалних докумената. XML је стандардни скуп правила за дефинисање формата података у електронској форми. Прописан је од стране W3C. Следећи правила XML стандарда, корисници дефинишу сопствене (XML) формате података, које могу користити за њихово складиштење, обраду и размену.

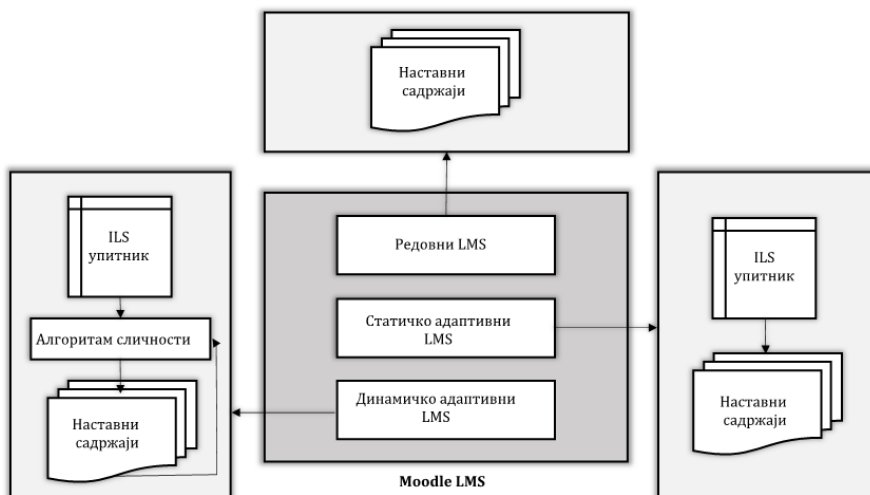
## Фаза дизајна

Следећи корак је пројектовање архитектуре засноване на спецификацијама функционалних система и карактеристикама адаптивних система е-учења изражених у претходном одељку.

### Системски захтеви

Наш адаптивни систем је подељен на следећа три подсистема као што је приказано на Слици 6.7:

- Стандардни неадаптивни (редовни) LMS допуњен евидентирањем активности студената и резултата оцењивања (користе га студенти контролне групе);
- Статичко адаптивни LMS са евидентирањем активности студената и резултата оцењивања и стилем наставног садржаја прилагођеним према почетној процени ILS упитника (користи га статичка група); и
- Динамичко адаптивни LMS са евидентирањем активности студената и резултата оцењивања и стилем презентације који је првобитно прилагођен процени ILS упитника и накнадно ажуриран у складу са напретком и активностима студената у поређењу са активностима претходних студената према предложеном алгоритму сличности (користе га ученици динамичке групе).



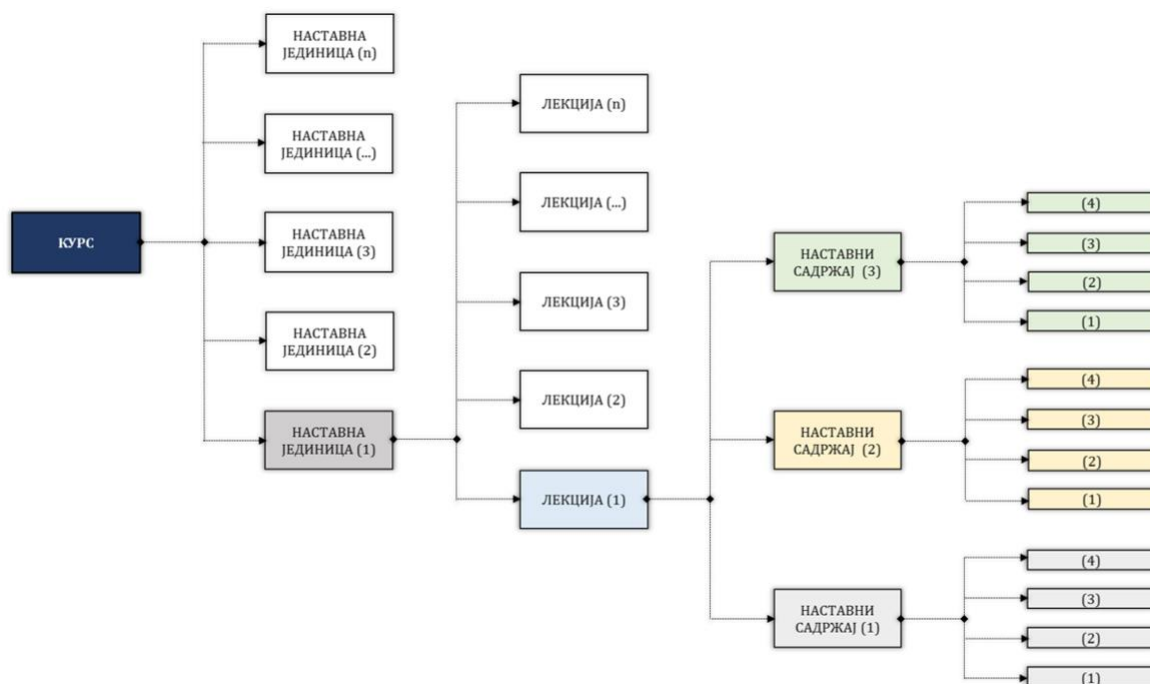
Слика 6.7 | Фаза дизајна Moodle LMS

### Дизајн корисничког интерфејса

Овај параграф описује кориснички интерфејс и смернице које су узете у обзир за наш дизајн у оквиру е-учионице. Први интерфејс који је представљен студенту је пријава на е-учионицу (Прилог 4.), затим следи интерфејс за регистрацију присуства настави (Прилог 5.) и попуњавање ILS упитника (Прилог 6.) и решавање пред-теста (Прилог 7.). Након тога, графички кориснички интерфејс је прилагођен у секцији за наставни садржај са опцијама презентација у зависности од тога да ли систем треба да буде неприлагодљив, статички или динамички адаптиран (Прилог 8.). Графики кориснички интерфејс је дизајниран на једноставан начин, како би помогао студентима да се лако крећу кроз систем.

### Дизајн наставног садржаја

Тема студије случаја је дизајнирана као хијерархијски модел као што је приказано на Слици 6.8.



Слика 6.8 | Дизајн структуре наставног материјала



Садржај учења је структуриран у нивоу три концепта. Сваки концепт је подељен на објекте учења. Сваки објекат учења објашњава једну наставну тему као што је приказано на Слици 6.8. Сваки објекат учења је дизајниран и имплементиран тако да буде представљен различитим типовима стилова учења према објашњењима за FSM у Табели 2.1.

### *Дизајн класа и интерфејса*

Дизајнирали смо класе да се интегришу са Moodle LMS како бисмо га проширили да би извршили предложени приступ адаптивности. У наставку следи следи сажети опис класа:

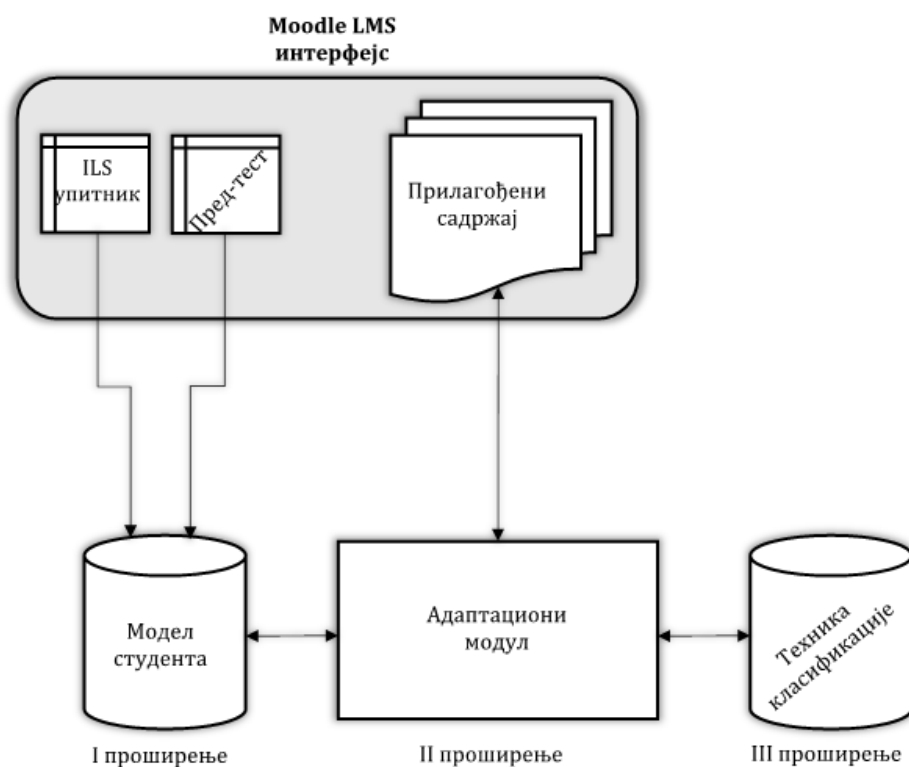
- Класа са методама за излагање пред-теста и преношење резултата у модел студента;
- Класа са методама за представљање ILS упитника и одређивање преферираних стилова учења према FSM;
- Класа са методама за представљање наставног садржаја сваком студенту према његовим/њеним преферираним стиливима учења који су тренутно ускладиштени у моделу студента;
- Класа са методом за бројањем понављања наставног садржаја. У нашим адаптивним системима, студент може да понови исти наставни садржај два пута на основу резултата евалуационих питања након сваког наставног садржаја;
- Класа са методама за имплементацију алгорита сличности. Ове методе траже сличност са претходним студентима тако што претражују базу података њихових записа и праве сортирану листу за све сличне студенте;
- Класа са методама за процену знања ученика након представљања наставног садржаја;
- Класа са методама за презентовање студије случаја за редовни LMS;
- Класа са методама за презентовање студије случаја за статичко адаптивни LMS;
- Класа са методама за презентовање студије случаја за динамичко адаптивну групу LMS; и

- Класа са методама за одређивање учинка моделованог ID-3 алгоритма машинског учења као XML кода и његову промену у структуру стабла одлучивања. Ово се ради да би се побољшала ефикасност претраживања базе података како то захтева алгоритам сличности.

## Фаза имплементације

### *Moodle LMS*

Фаза имплементације је проширила стандардну верзију Moodle LMS да би укључила горе наведене класе. Moodle LMS је проширен у складу са везом између стилова учења и образовних материјала (Табела 6.6.), односно у складу са прилагођеним садржајем, као што је приказано на Слици 6.9.



Слика 6.9 | Проширења Moodle архитектуре за пружање прилагодљивог садржаја

Прво проширење се бави ILS упитником и пред-тестом за процену почетног знања студената и иницијализацију. ILS упитник и питања пред-теста додати су

формулару за регистрацију у Moodle-у. Резултати стилова учења из упитника и резултати пред-теста се израчунавају и чувају у моделу студента.

Друго проширење се бави представљањем садржаја курса у одговарајућој презентацији која одговара стиловима учења који преферирају студенти. Док се адаптација врши према адаптивном алгоритму. Садржај учења је представљен преко нормалног корисничког интерфејса.

Треће проширење омогућава систему да динамички ажурира профиле студената у разумном времену. Предложени метод прилагођавања је изграђен на основу алгоритма сличности коришћењем алгоритма машинског учења – стабло одлучивања, објашњено у петом поглављу. Наш класификатор података састоји се од следећих корака процеса:

**Први корак – База података.** MySQL се користи за приступ записима претходних студената. Ови записи документују употребу, понашање, стилове учења и ознаке који се чувају у Moodle LMS бази података. Да бисмо издвојили податке студената, користили смо MySQL, алат за администраторе базе података. Овај алат нам помаже да визуелизујемо, избришемо, уређујемо и мењамо табеле базе података.

**Други корак – Обрада података.** Софтвер за машинско учење се користи за извоз података из Moodle LMS у тзв. Attribute- Relation File Format датотеке (скр. АРФФ). Постоје два логичка дела АРФФ датотеке. Први део је заглавље, а други део се односи на податке (Прилог 12.). Део заглавља има три физичка одељка која морају бити присутна у АРФФ датотеци – име релације, атрибуте или карактеристике и њихове типове података и опсеге. Део података има један физички одељак који такође мора бити присутан да би се генерисао модел машинског учења.

**Трећи корак – Примена ID-3 алгоритма.** Софтверски пакет за анализу знања - Weka примењује J4.8 алгоритам стабла одлучивања на скуп података записа студената и анализира њихов учинак да би издвојио релевантне податке (Прилог 13.).

**Четврти корак – Конвертовање информација из стабла одлучивања.** Стабло одлучивања открива информације о класификацији студената. Резултати се конвертују у Extensible Markup Language (XML) датотеке (Прилог 14.).

**Пети корак – Преузимање података из XML-а.** Имплементација језика упита XQuery за преузимање структурираних и неструктурираних података из XML-а, односно за идентификацију студената. XQuery се користи за претраживање базе података како би се пронашли претходни студенти „слични“ оном који је у процесу. Упит враћа групу студената који имају најближе карактеристике студенту у процесу. Алгоритам сличности сада тражи сличне студенте у овој издвојеној групи уместо да претражује целу базу података која има огроман број студената.

Наш проширени LMS може да понуди велики избор радног простора који олакшава прилагодљивост као и друге функције Moodle-а за припрему задатака и тестова, управљање учењем на даљину и омогућавање колаборативног учења са форумима, четовима, просторима за складиштење датотека и осталим инфо сервисима.

#### ***Развијање мултимедијалног наставног садржаја за студију случаја***

Као што је раније наведено наставни материјал за 'Базе података' је део наставног плана и програма обавезног предмета Основи информационих технологија на првој години ФФБР, ФМС, ФСЈ Алфа БК Универзитета у Београду. Наставни садржај је осмишљен на основу различитих фаза развоја. Прва фаза је поделила материјал у низ лекција са избором различитих стилова мултимедијалних презентације за сваку лекцију. Свака лекција је дизајнирана као датотека у облику текста, илустрације, аудио и видео формата (Прилог 9. и 10.). По основу наше студије случаја, "Базе података – MS Access", дизајнирали смо и развили у преко 40 Adobe Flash Builder датотека.

У другој фази развоја, процењен је наставни материјал путем пилот студије. На основу налаза пилот студије, наставни материјал за нашу студију случаја је промењен како би био јаснији и боље прилагођен нивоима знања и стиловима учења студената. Након тога, сав наставни материјал је редизајниран са новим приступом, користећи Adobe Flash. Након тога, наставници су поново проверили садржај материјала како би се уверили да ништа не недостаје током дизајна и развоја. Материјал је такође представљен педагозима како би се доказало да је наставни материјал тачно представљен, према објашњењу FSM-а.

### ***Кодирање класа***

Све класе поменуте у нашој студији случаја су имплементирани у Moodle LMS. Неке класе су одговорне за прорачуне, а неке за приказивање учинка студената. Неке класе имају методе за обављање оба, као што је класа ILS упитника која приказује питања, а такође израчунава резултате одговора.

### **Тестирање**

Наставни садржај који се користи за тестирање наших неприлагодљивих и адаптивних система учења организован је у сарадњи са групом предавача са Одсека информационе технологије и рачунарске науке са Алфа БК Универзитета како би креирали наставни материјал сличан њиховом постојећем материјалу.

Наша студија је осмишљена да тестира изводљивост извођења накнадних експеримената са много већим групама студената и методологију коју треба усвојити. Први циљ ове студије био је функционално тестирање софтверске имплементације неприлагодљивих, статичких и динамичких LMS-а и провера да ли адаптивне верзије заиста представљају одговарајући материјал курса заснован на преферираним стиливима учења студената. Други циљ је био да се провери прикладност материјала наше студије случаја у различитим верзијама. Трећи циљ је био да се измери временски оквир експеримента и да се види да ли студенти могу да обраде наставни садржај у разумном року.

На основу наведеног, наставни садржај за нашу студију случаја је промењен како би био јаснији и боље прилагођен нивоима знања студената њиховим стиливима учења у складу са FSM. Након тога, сав садржај за учење је редизајниран са новим приступом, користећи софтвер за мултимедијалне презентације. Техника адаптације је такође прилагођена новом наставном садржају.

### 6.3. ЕВАЛУАЦИЈА СТУДЕНАТА У ДИНАМИЧКО АДАПТИВНОМ LMS

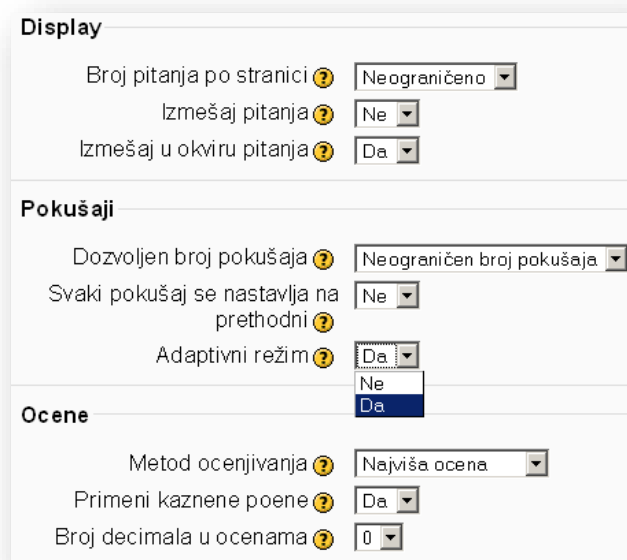
Табела 6.7 илуструје резултате добијене од студената који је припадао динамичкој групи. Студент на Moodle е-учионици одговара на ILS упитник и на питања пред-теста, а резултати његових одговора се чувају у моделу студента

Одговори студента из ILS упитника се затим обрађују у складу са Felder-Silverman бодовном листом како би се одредили „почетни“ преферирани стилови учења студента. Ови почетни стилови учења се такође чувају у моделу студента.

Табела 6.7 | Одговори насумично изабраног студента из „динамичке групе“

СТИЛОВИ УЧЕЊА ИЗ ILS УПИТНИКА ПО FSM											
Активно- Рефлективни стил			Сензитивно- Интуитивни стил			Висуелно- Вербални стил			Секвенциално- Глобални стил		
Питање	а	б	Питање	а	б	Питање	А	б	Питање	а	б
1	×		2	×		3	×		4	×	
5	×		6		×	7	×		8		×
9		×	10	×		11	×		12		×
13	×		14	×		15	×		16	×	
17		×	18		×	19	×		20	×	
21		×	22	×		23		×	24		×
25		×	26	×		27		×	28	×	
29	×		30	×		31		×	32		×
33	×		34		×	35	×		36	×	
37	×		38		×	39	×		40		×
41		×	42	×		43	×		44		×
<b>Укупно (збир × из свих колона)</b>											
Активно- Рефлективни стил			Сензитивно- Интуитивни стил			Висуелно- Вербални стил			Секвенциално- Глобални стил		
а	Б		а	б		а	б		а	б	
6а		5б	7а		4б	8а		3б	8а		3б
<b>1а</b>			<b>1а</b>			<b>5а</b>			<b>16</b>		

Метода која контролише динамичку адаптацију сада позива одговарајућу методу презентације садржаја да би представила први објекат учења према почетним стиливима учења. Након што студент проучи садржај предмета, студенту се постављају три до четири питања како би проценили своје разумевање презентованог садржаја курса уз адаптивни режим покушаја (Слика 6.10). Ако студент тачно одговори на питања, метода динамичке адаптације позива методу презентације садржаја да би студенту представила следећи концепт на основу његовог/њеног тренутног модела студента. Ако студент не положи, метода динамичке адаптације позива методу сличности да прилагоди стилове учења студента.



The image shows a screenshot of the Moodle LMS settings interface for adaptive mode. It is organized into three sections: Display, Pokušaji (Attempts), and Ocene (Grading). Each section contains several settings with dropdown menus and a help icon (question mark in a circle).

Section	Setting	Value
Display	Broj pitanja po stranici	Neograničeno
	Izmešaj pitanja	Ne
	Izmešaj u okviru pitanja	Da
Pokušaji	Dozvoljen broj pokušaja	Neograničen broj pokušaja
	Svaki pokušaj se nastavlja na prethodni	Ne
	Adaptivni režim	Da
		Ne
Ocene	Metod ocenjivanja	Najviša ocena
	Primeni kaznene poene	Da
	Broj decimala u ocenama	0

Слика 6.10 | Приказ постављања адаптивног режима броја покушаја решавања теста у Moodle LMS

## СЕДМО ПОГЛАВЉЕ

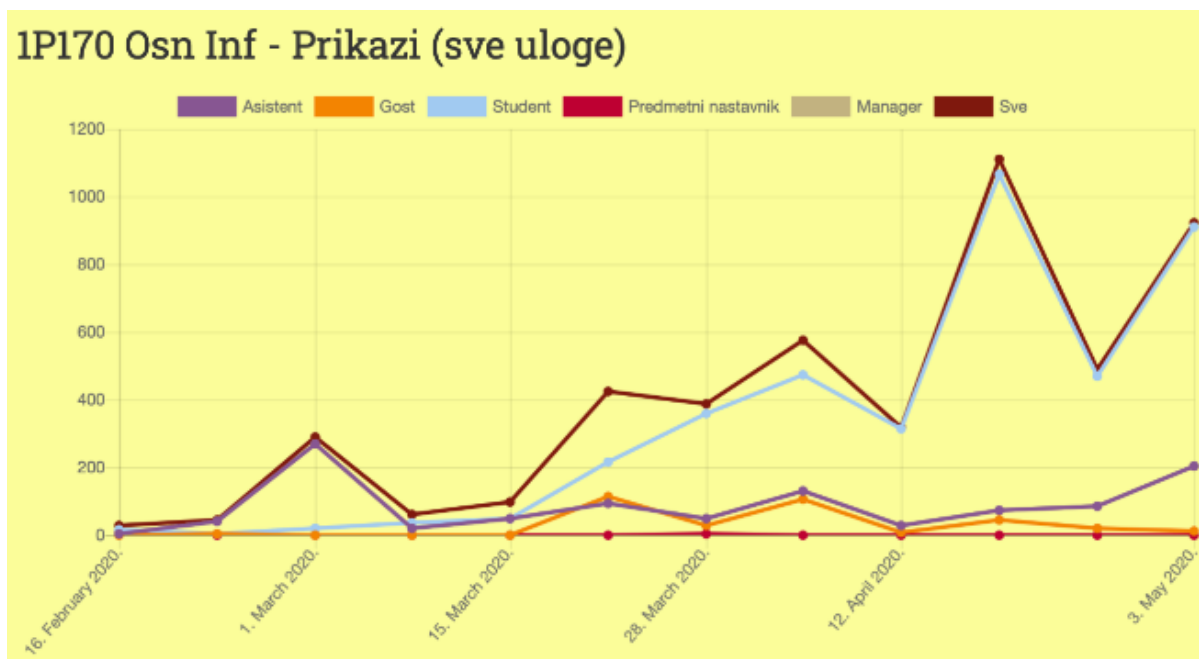
### 7. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У претходним поглављима формулисан је, имплементиран и функционално тестиран динамичко адаптивни LMS са корисничким моделирањем заснованим на FSM. Показали смо како да креирамо персонализовану и динамичку прилагодљивост за онлајн студенте користећи проширену верзију Moodle LMS. Предложили смо динамички прилагодљив систем е-учења који користи алгоритам сличности да би одредио како треба ажурирати профил студента према забележеном искуству претходних студената. Повратне информације студената су разматране у фази развоја динамичко адаптивног LMS-а. На основу повратних информација студената, техника адаптације је прилагођена и садржај учења је редизајниран са новим приступом. Наш примарни фокус у овој фази био је да откријемо да ли се коришћењем таквог система може показати да побољшава искуство учења студената.

Да бисмо одговорили на ово питање, осмислили смо експеримент. Студенти прве године ФФБР, ФМС и ФСЈ на Алфа БК Универзитету били су насумично распоређени у три групе: контролну групу (30/25), статичку групу (30/26) и динамичку групу (30/26). Свака група је замољена да проучи тему студије случаја која се тиче “База података”, као део предавања из предмета Основи информационих технологија. Након пред-теста, начин презентације свакој групи био је другачији. Забележен је успех сваког студента, процењен путем пред-теста, пост-теста и мерења времена проведеног у учењу наставног садржаја. Подаци забележени у профилима студената анализирани су да би се проценила постигнућа сваке од три групе у поређењу са постигнућима других група. Ови резултати су прикупили доказе о предностима динамичке адаптације LMS у односу на неприлагодљиве и статички адаптивне LMS.



Експерименти су изведени током летњег семестра (школске године 2019/20) на Алфа БК Универзитету у Београду<sup>11</sup>. Истраживање је одобрено од стране декана наведених факултета и надлежних у Ректорату универзитета у тренутку када су студенти и наставно особље исказали велико интересовање за онлајн наставу на е-учионици (Слика 7.1).



Слика 7.1 | Приказ активности на е-учионици на ФФБР током летњег семестра 2019/20. из предмета Основи информационих технологија

Величина нашег узорка зависи од нивоа поузданости од 95% и маргина грешке од 5%, што је прилично стандардно у већини квантитативних истраживања. Користили смо бесплатни онлајн калкулатор за одређивање величине узорка<sup>12</sup>. Калкулатор величине узорка израчунава број студената који је потребан да би се имали статистички значајни резултати за одређену популацију. У нашем експерименту је учествовало 90 студената, док је 77 студената испунило услове експеримента, и то 33 студента са ФФБР, 24 студента са ФСЈ и 20 студента

<sup>11</sup> У оквиру обавезног предмета Основи информационих технологија на првој години студија ФФБР, ФМС и ФСЈ.

<sup>12</sup> Овај калкулатор израчунава минимални број неопходних узорака да би задовољио жељена статистичка ограничења.

са ФМС. Према резултатима за популацију од 90 студената на нивоу поверења/поузданости 95% и маргина грешке од 5% се процењују на 74 учесника<sup>13</sup>. Према томе, величина узорка нашег експеримента је статистички значајна за тестирање наших хипотеза.

Укупни резултати експеримента били су корисни и охрабрујући. Потврђено је да је тема студије случаја била нова за све учеснике и, будући да је чисто из ИКТ области, показала се као потенцијално интересантна за њих. Мишљења студената о дизајну и имплементацији адаптивног Moodle LMS-а су била да је јасан и разумљив.

У наредним пододељцима детаљно су обрађене анализе остварених резултата и доказа хипотеза.

## 7.1. АНАЛИЗА ОСТВАРЕНИХ РЕЗУЛТАТА

### 7.1.1. ОПИС УЗОРКА

#### ЕКСПЕРИМЕНТАЛНЕ ГРУПЕ

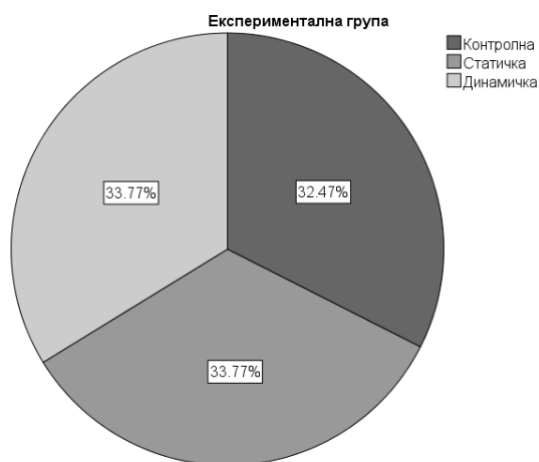
Експериментална група

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid    Контролна	25	32.5	32.5	32.5
Статичка	26	33.8	33.8	66.2
Динамичка	26	33.8	33.8	100.0
Total	77	100.0	100.0	

**Коментар:** У односу на групе, узорак је чинило 77 испитаника од којих је по 26 било у статичкој и динамичкој групи и 25 у контролној групи. Графички приказ овог резултата представљен је на Графикону 7.1.

---

<sup>13</sup> То значи да је потребно 74 или више мерења/истраживања да би се имао ниво поузданости од 95% и да је стварна вредност унутар  $\pm 5\%$  мерене/истражене вредности.



Графикон 7.1 | Експерименталне групе

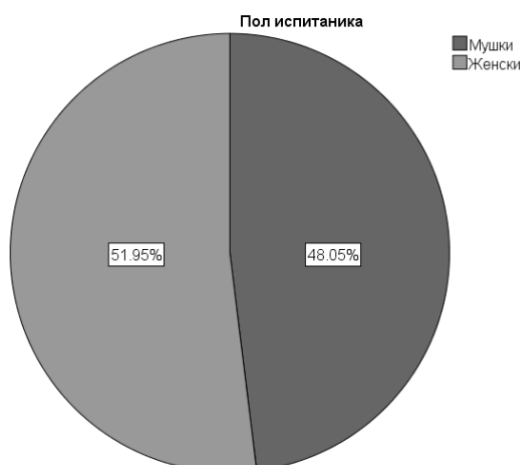
## ПОЛ

Апсолутне и релативне учесталости испитаника у односу на пол представљене су у Табели 7.1.

Табела 7.1 | Пол испитаника у оквиру експерименталних група

Група	Мушкарци	Жене
Контролна	12 (48%)	13 (52%)
Статичка	12 (46,2%)	14 (53,8%)
Динамичка	13 (50%)	13 (50%)
Сви студенти	37 (48,1%)	40 (51,9%)

**Коментар:** У односу на пол испитаника, групе су биле прилично уједначене што се види према проценту жена и мушкараца како по групама тако и у све три групе заједно. Графички приказ овог резултата представљен је на Графикону 7.2.



Графикон 7.2 | Пол испитаника

### 7.1.2. ДЕСКРИПТИВНА СТАТИСТИКА

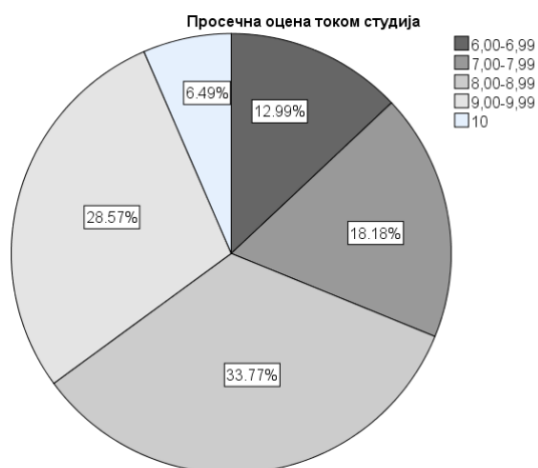
#### ПРОСЕЧНА ОЦЕНА

Апсолутне и релативне учесталости испитаника у односу на просечне оцене студената на досадашњим студијама представљене су у Табели 7.2.

Табела 7.2 | Просечна оцена студената током студија

Група	6,00-6,99	7,00-7,99	8,00-8,99	9,00-9,99	10
Контролна	7 (28%)	3 (12%)	7 (28%)	7 (28%)	1 (4%)
Статичка	3 (11,5%)	7 (26,9%)	8 (30,8%)	7 (26,9%)	1 (3,8%)
Динамичка	0 (0%)	4 (15,4%)	11 (42,3%)	8 (30,8%)	3 (11,5%)
Сви студенти	10 (13%)	14 (18,2%)	26 (33,8%)	22 (28,6%)	5 (6,5%)

**Коментар:** У односу на просечну оцену током студија видимо да је највише студената са просечном оценом између 8 и 9, а затим између 9 и 10. У истраживању је учествовало две трећине студената са просечном оценом преко 8,00 што позитивно утиче на релевантност резултата. Графички приказ овог резултата представљен је на Графикону 7.3.



Графикон 7.3 | Просечна оцена током студија

### ВРЕМЕ ПРОВЕДЕНО НА КУРСУ

Апсолутне и релативне учесталости испитаника у односу на време проведено на курсу представљене су у Табели 7.3.

Табела 7.3 | Време проведено на курсу

Група	0-20 сати	20-40 сати	Преко 40 сати
Контролна	9 (36%)	10 (40%)	6 (24%)
Статичка	2 (7,7%)	1 (3,8%)	23 (88,5%)
Динамичка	0 (0%)	26 (100%)	0 (0%)
Сви студенти	11 (14,3%)	37 (48,1%)	29 (37,7%)

**Коментар:** У односу на време проведено на курсу, највише студената (скоро половина) је провела између 20 и 40 сати. Након тога следе студенти који су провели преко 40 сати на курсу што такође указује на озбиљност рада студената и позитивно утиче на релевантност резултата истраживања. Графички приказ овог резултата представљен је на Графикону 7.4.



Графикон 7.4 | Време проведено на курсу

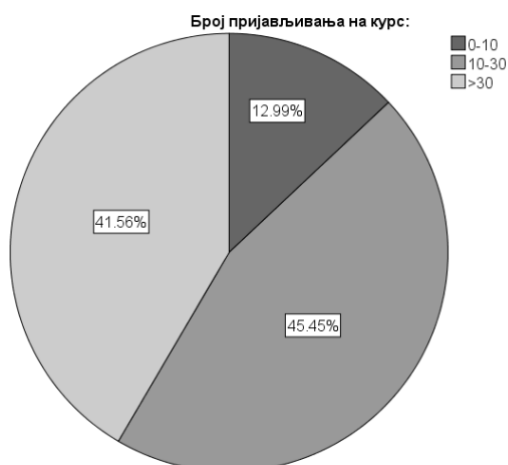
### БРОЈ ПРИЈАВЉИВАЊА НА КУРС

Апсолутне и релативне учесталости испитаника у односу на број пријављивања на курс представљене су у Табели 7.4.

Табела 7.4 | Број пријављивања на курс

Група	0-10 пута	10-30 пута	Преко 30 пута
Контролна	8 (32%)	8 (32%)	9 (36%)
Статичка	2 (7,7%)	1 (3,8%)	23 (88,5%)
Динамичка	0 (0%)	26 (100%)	0 (0%)
Сви студенти	10 (13%)	35 (45,5%)	32 (41,5%)

**Коментар:** У складу са претходним резултатима и у односу на број пријављивања на курс видимо да се по преко 40% студената пријављивало на курс од 10 до 30 пута и преко 30 пута. Графички приказ овог резултата представљен је на Графикону 7.5.



Графикон 7.5 | Број пријављивања на курс

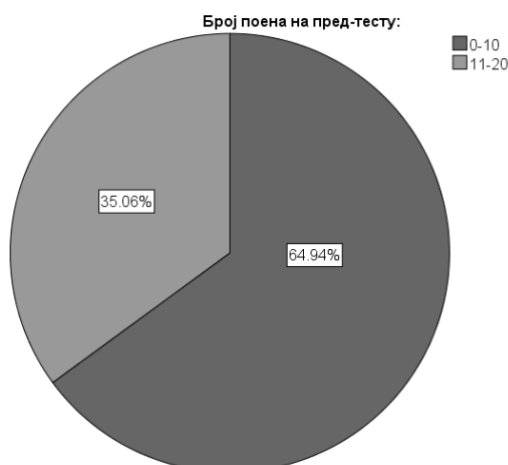
### БРОЈ ПОЕНА НА ПРЕД-ТЕСТУ

Апсолутне и релативне учесталости испитаника у односу на број поена на пред-тесту представљене су у Табели 7.5.

Табела 7.5 | Број поена на пред-тесту

Група	0-10 поена	11-20 поена
Контролна	18 (72%)	7 (28%)
Статичка	21 (80,8%)	5 (19,2%)
Динамичка	11 (42,3%)	15 (57,7%)
Сви студенти	50 (64,9%)	27 (35,1%)

**Коментар:** У односу на број поена на пред-тесту видимо да је скоро две трећине студената лоше урадило тест, односно да има испод 50% тачних одговора. Графички приказ овог резултата представљен је на Графикону 7.6.



Графикон 7.6 | Број поена на пред-тесту

### БРОЈ ПОЕНА НА ПОСТ-ТЕСТУ

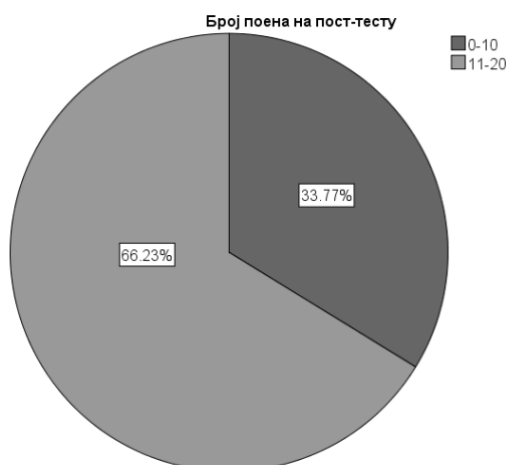
Апсолутне и релативне учесталости испитаника у односу на број поена на пост-тесту представљене су у Табели 7.6.

Табела 7.6 | Број поена на пост-тесту

Група	0-10 поена	11-20 поена
Контролна	11 (44%)	14 (56%)
Статичка	15 (57,7%)	11 (42,3%)
Динамичка	0 (0%)	26 (100%)
Сви студенти	26 (33,8%)	51 (66,2%)

**Коментар:** У односу на број поена на пост-тесту, видимо да се ситуација преокренула у односу на резултате пред-теста, односно сада имамо две трећине студената који су остварили преко 50% поена. Ако погледамо резултате теста по групама, видимо да су студенти из динамичке групе сви остварили преко 50% поена на тесту. Графички приказ овог резултата представљен је на Графикону 7.7.





Графикон 7.7 | Број поена на пост-тесту

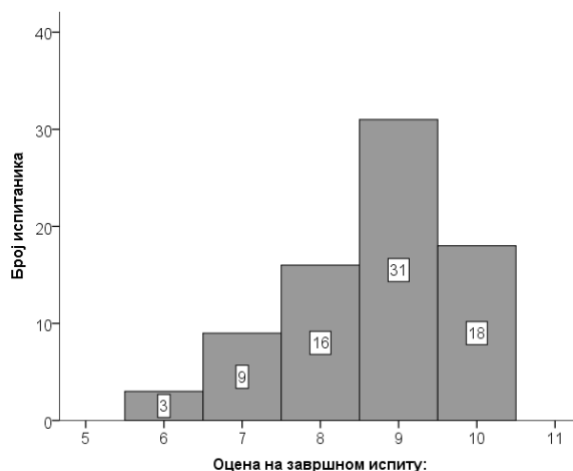
### ОЦЕНА НА ЗАВРШНОМ ТЕСТУ

Апсолутне и релативне учесталости испитаника у односу на оцену на завршном тесту представљене су у Табели 7.7.

Табела 7.7 | Оцена на завршном испиту

Група	Најмања вредност	Највећа вредност	Просечна вредност	Стандардно одступање
Контролна	6	10	8,24	1,39
Статичка	7	10	8,73	0,96
Динамичка	8	10	9,04	0,66
Сви студенти	6	10	8,68	1,08

**Коментар:** У односу на просечну оцену на завршном тесту, видимо да су студенти коју су положили тест остварили просечну оцену  $8,68 \pm 1,08$ , што указује на веома добро урађен тест. Ови резултати се лепо виде на хистограму који је приказан на графикону испод. Графички приказ овог резултата представљен је на Графикону 7.8.



Графикон 7.8 | Оцена на завршном испиту у односу на број испитаника

### ВРЕМЕ ПРОВЕДЕНО НА РЕШАВАЊУ ЗАВРШНОГ ТЕСТА

Апсолутне и релативне учесталости испитаника у односу на време проведено на завршном тесту за решавање задатака представљене су у Табели 7.8.

Табела 7.8 | Време проведено на решавању завршног теста

Група	1-15 минута	16-30 минута	31-45 минута
Контролна	0 (0%)	2 (8%)	23 (92%)
Статичка	0 (0%)	2 (7,7%)	24 (92,3%)
Динамичка	8 (30,8%)	18 (69,2%)	0 (0%)
Сви студенти	8 (10,4%)	22 (28,6%)	47 (61%)

**Коментар:** У односу на време утрошено на решавање задатака на завршном тесту видимо да је преко 60% студената остало од 31 до 45 минута. Свега десетак процената студената је на тесту било мање од 15 минута што сматрамо недовољним временом да се тест добро уради. Графички приказ овог резултата представљен је на Графикону 7.9.



Графикон 7.9 | Време проведено на решавању теста на завршном испиту

## СТИЛОВИ УЧЕЊА

### Активно-рефлексивни стил

Апсолутне и релативне учесталости испитаника у односу на активно-рефлексивни стил учења и групе студената представљене су у Табели 7.9.

Табела 7.9 | Активно-рефлексивни стил учења – учесталост у односу на експерименталне групе

Група	Снажно активан	Умерено активан	Неутралан	Умерено рефлексивни	Снажно рефлексивни
Контролна	3 (12%)	9 (36%)	8 (32%)	<b>2 (8%)</b>	<b>3 (12%)</b>
Статичка	11 (42,3%)	7 (26,9%)	5 (19,2%)	<b>1 (3,8%)</b>	<b>2 (7,6%)</b>
Динамичка	10 (38,5%)	12 (46,2%)	3 (11,5%)	<b>1 (3,8%)</b>	<b>0 (0%)</b>
Сви студенти	24 (31,2%)	28 (36,4%)	16 (20,8%)	4 (5,2%)	5 (6,5%)

**Коментар:** Рефлексивни стил учења је слабо заступљен код било које групе а нарочито код студената из динамичке групе.

### Сензорно-интуитивни стил

Апсолутне и релативне учесталости испитаника у односу на сензорно-интуитивни стил учења и групе студената представљене су у Табели 7.10.

**Табела 7.10** | Сензорно-интуитивни стил учења – учесталост у односу на експерименталне групе

Група	Снажно сензорни	Умерено сензорни	Неутралан	Умерено интуитивни	Снажно интуитивни
Контролна	3 (12%)	4 (16%)	12 (48%)	<b>4 (16%)</b>	<b>2 (8%)</b>
Статичка	3 (11,5%)	8 (30,8%)	13 (50%)	<b>2 (7,7%)</b>	<b>0 (0%)</b>
Динамичка	5 (19,2%)	12 (46,2%)	9 (34,6%)	<b>0 (0%)</b>	<b>0 (0%)</b>
Сви студенти	11 (14,3%)	24 (31,2%)	34 (44,2%)	6 (7,8%)	2 (2,6%)

**Коментар:** Интуитивни стил је слабо заступљен код било које групе студената, а код студената из динамичке групе није уопште.

### Визуелно-вербални стил

Апсолутне и релативне учесталости испитаника у односу на визуелно-вербални стил учења и групе студената представљене су у Табели 7.11.

**Табела 7.11** | Сензорно-интуитивни стил учења – учесталост у односу на експерименталне групе

Група	Снажно визуелни	Умерено визуелни	Неутралан	Умерено вербални	Снажно вербални
Контролна	7 (28%)	3 (12%)	1 (4%)	8 (32%)	6 (24%)
Статичка	6 (23,1%)	5 (19,2%)	5 (19,2%)	6 (23,1%)	4 (15,4%)
Динамичка	4 (15,4%)	5 (19,2%)	14 (53,8%)	<b>3 (11,5%)</b>	<b>0 (0%)</b>
Сви студенти	17 (22,1%)	13 (16,9%)	20 (26%)	17 (22,1%)	10 (13%)

**Коментар:** Оно што се уочава из табеле са учесталостима јесте да је вербални стил учења незнатно заступљен код студената из динамичке групе.

### Секвенцијално-глобални стил

Апсолутне и релативне учесталости испитаника у односу на секвенцијално-глобални стил учења и групе студената представљене су у Табели 7.12.

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

**Табела 7.12** | Секвенцијално-глобални стил учења – учесталост у односу на експерименталне групе

Група	Снажно секвенцијални	Умерено секвенцијални	Неутралан	Умерено глобални	Снажно глобални
Контролна	2 (8%)	6 (24%)	12 (48%)	<b>3 (12%)</b>	<b>2 (8%)</b>
Статичка	8 (30,8%)	3 (11,5%)	10 (38,5%)	<b>5 (19,2%)</b>	<b>0 (0%)</b>
Динамичка	5 (19,2%)	13 (50%)	8 (30,8%)	<b>0 (0%)</b>	<b>0 (0%)</b>
Сви студенти	15 (19,5%)	22 (28,6%)	30 (39%)	8 (10,4%)	2 (2,6%)

**Коментар:** Глобални стил учења је знатно мање заступљен код свих група студената у однос на секвенцијални стил, док код студената из динамичке групе није заступљен уопште.

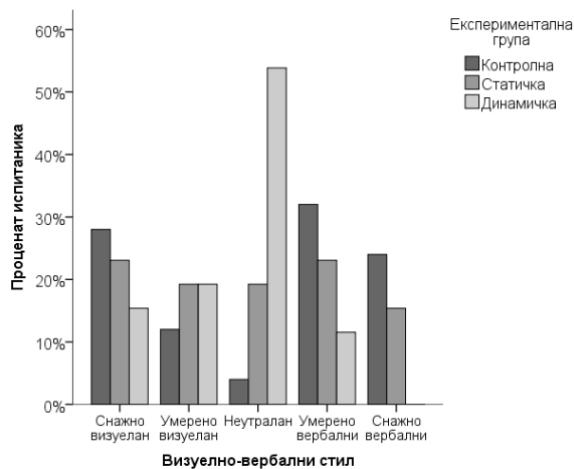
## 7.2. АНАЛИЗА У ОДНОСУ НА СТИЛОВЕ УЧЕЊА У ОДНОСУ НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНЕ ГРУПЕ

Анализу повезаности стилова учења у односу на групу којој студент припада урадили смо коришћењем хи-квадрат теста за независност. Резултати овог теста представљени су у Табели 7.13.

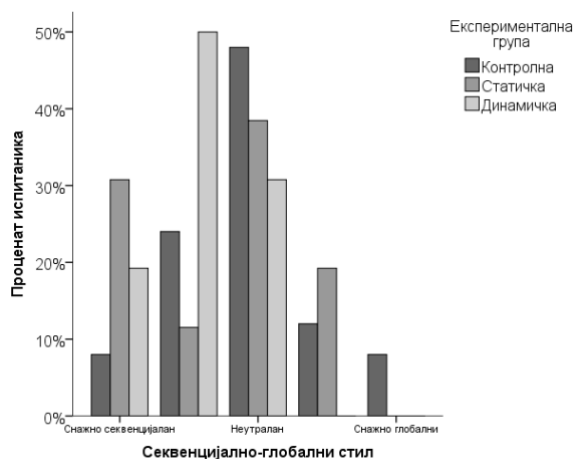
**Табела 7.13** | Повезаност стилова учења

Стил учења	Хи-квадрат статистика	Број степени слободе	Значајност
Активно-рефлексивни	11,837	8	0,159
Сензорно-интуитивни	13,562	8	0,094
<b>Визуелно-вербални</b>	<b>22,599</b>	<b>8</b>	<b>0,004</b>
<b>Секвенцијално-глобални</b>	<b>20,248</b>	<b>8</b>	<b>0,009</b>

Применом хи-квадрат теста утврдили смо да постоји статистички значајна повезаност између визуелно-вербалног и секвенцијално-глобалног стила учења и групе којој студент припада. Ова повезаност графички је приказана на Графиконима 10 и 11.



Графикон 7.10 | Повезаност између визуелно-вербалног стила учења и групе којој студент припада



Графикон 7.11 | Повезаност између секвенцијално-глобалног стила учења и групе којој студент припада

**Коментар:** Код студената који припадају динамичкој групи у односу на визуелно-вербални стил доминантна неутралана преференција.

**Коментар:** Код студената који припадају динамичкој групи у односу на секвенцијално-глобални стил доминантна је умерена преференција секвенцијалног стила.

### У ОДНОСУ НА ПОЛ

Анализу повезаности стилова учења у односу на пол студената урадили смо коришћењем хи-квадрат теста за независност. Резултати овог теста представљени су у Табели 7.14.

Табела 7.14 | Повезаност стилова учења у односу на пол студената

Стил учења	Хи-квадрат статистика	Број степени слободе	Значајност
Активно-рефлексивни	6,286	4	0,179
Сензорно-интуитивни	4,373	4	0,358
Визуелно-вербални	1,881	4	0,758
Секвенцијално-глобални	2,669	4	0,615

**Коментар:** Применом хи-квадрат теста утврдили смо да не постоји статистички значајна повезаност између стилова учења и пола испитаника.

### У ОДНОСУ НА ПРОСЕЧНУ ОЦЕНУ ТОКОМ СТУДИЈА

Анализу повезаности стилова учења у односу на просечну оцену студента током студија урадили смо коришћењем хи-квадрат теста за независност. Резултати овог теста представљени су у Табели 7.15.

Табела 7.15 | Повезаност стилова учења у односу на просечну оцену студената

Стил учења	Хи-квадрат статистика	Број степени слободе	Значајност
Активно-рефлексивни	10,461	16	0,841
Сензорно-интуитивни	17,607	16	0,347
Визуелно-вербални	20,693	16	0,191
Секвенцијално-глобални	21,617	16	0,156

**Коментар:** Применом хи-квадрат теста утврдили смо да не постоји статистички значајна повезаност између стилова учења и просечне оцене студента током студија.

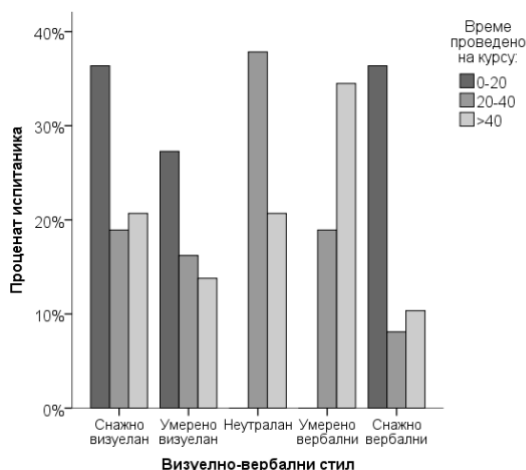
### У ОДНОСУ НА ВРЕМЕ ПРОВЕДЕНО НА КУРСУ

Анализу повезаности стилова учења у односу на време проведено на курсу урадили смо коришћењем хи-квадрат теста за независност. Резултати овог теста представљени су у Табели 7.16.

Табела 7.16 | Повезаност стилова учења у односу на време проведено на курсу

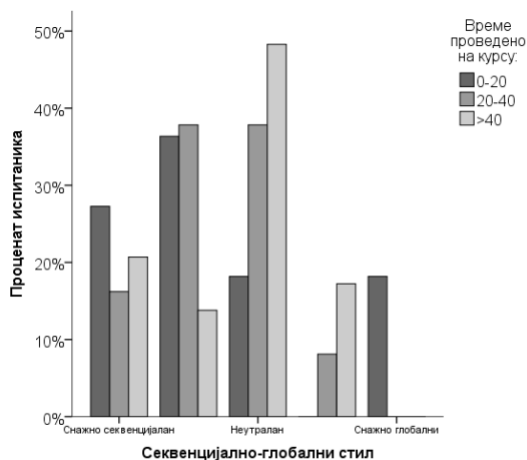
Стил учења	Хи-квадрат статистика	Број степени слободе	Значајност
Активно-рефлексивни	6,307	8	0,613
Сензорно-интуитивни	6,987	8	0,538
<b>Визуелно-вербални</b>	<b>17,340</b>	<b>8</b>	<b>0,027</b>
<b>Секвенцијално-глобални</b>	<b>20,645</b>	<b>8</b>	<b>0,008</b>

Применом хи-квадрат теста утврдили смо да постоји статистички значајна повезаност између визуелно-вербалног и секвенцијално-глобалног стила учења и времена проведеног на курсу. Ова повезаност графички је приказана на Графиконима 7.12 и 7.13.



Графикон 7.12 | Повезаност између визуелно-вербалног стила учења и времена проведеног на курсу





**Графикон 7.13** | Повезаност између секвенцијално-глобалног стила учења и времена проведеног на курсу

**Коментар:** Код студената који су на курсу проводили од 20-40 сати у односу на визуелно-вербални стил доминантна је неутралана преференција. Такође, у односу на овај стил, код студената који су проводили до 20 сати на испиту, доминантан је био визуелни стил.

**Коментар:** Код студената који су на курсу проводили преко 40 сати у односу на секвенцијално-глобални стил доминантна је неутралана преференција. Такође, у односу на овај стил, код студената који су проводили мање од 20 сати на испиту, доминантан је секвенцијални стил.

### У ОДНОСУ НА БРОЈ ПОЈАВЉИВАЊА НА КУРСУ

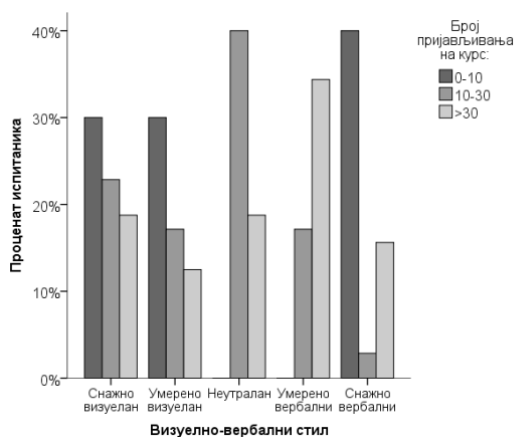
Анализу повезаности стилова учења у односу на број појављивања на курсу урадили смо коришћењем хи-квадрат теста за независност. Резултати овог теста представљени су у Табели 7.17.

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

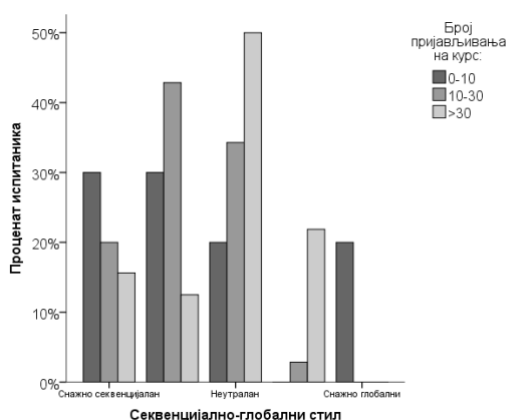
**Табела 7.17** | Повезаност стилова учења у односу на број пријављивања на курсу

Стил учења	Хи-квадрат статистика	Број степени слободе	Значајност
Активно-рефлексивни	9,386	8	0,311
Сензорно-интуитивни	11,429	8	0,179
<b>Визуелно-вербални</b>	<b>21,072</b>	<b>8</b>	<b>0,007</b>
<b>Секвенцијално-глобални</b>	<b>28,750</b>	<b>8</b>	<b>0,000</b>

Применом хи-квадрат теста утврдили смо да постоји статистички значајна повезаност између визуелно-вербалног и секвенцијално-глобалног стила учења и броја појављивања на курсу. Ова повезаност графички је приказана на Графиконима 7.14 и 7.15.



**Графикон 7.14** | Повезаност између визуелно-вербалног стила учења и броја појављивања на курсу



**Графикон 7.15** | Повезаност између секвенцијално-глобалног стила учења и броја појављивања на курсу

**Коментар:** Код студената који су на курсу пријављивали 10 до 30 пута у односу на визуелно-вербални стил доминантна је неутрална преференција. Такође, у односу на овај стил, код студената који су се пријављивали до 10 пута доминантан је био визуелни стил а код студената који су се пријављивали више од 30 пута доминантан је био вербални стил.

**Коментар:** Код студената који су на курсу пријављивали више од 30 пута у односу на секвенцијално-глобални стил доминантна је неутрална преференција. Такође, у односу на овај стил, код студената који су се на курс пријављивали до 30 пута, доминантан је секвенцијални стил.

### У ОДНОСУ НА БРОЈ ПОЕНА НА ПРЕД-ТЕСТУ

Анализу повезаности стилова учења у односу на број поена на пред-тесту урадили смо коришћењем хи-квадрат теста за независност. Резултати овог теста представљени су у Табели 7.18.

**Табела 7.18** | Повезаност стилова учења у односу на број поена на пред-тесту

Стил учења	Хи-квадрат статистика	Број степени слободе	Значајност
Активно-рефлексивни	4,263	4	0,372
Сензорно-интуитивни	2,354	4	0,671
Визуелно-вербални	3,741	4	0,442
Секвенцијално-глобални	3,247	4	0,517

**Коментар:** Применом хи-квадрат теста утврдили смо да не постоји статистички значајна повезаност између стилова учења и броја поена на пред-тесту.

### У ОДНОСУ НА БРОЈ ПОЕНА НА ПОСТ-ТЕСТУ

Анализу повезаности стилова учења у односу на број поена на пост-тесту урадили смо коришћењем хи-квадрат теста за независност. Резултати овог теста представљени су у Табели 7.19.

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ

Табела 7.19 | Повезаност стилова учења у односу на број поена на пост-тесту

Стил учења	Хи-квадрат статистика	Број степени слободе	Значајност
Активно-рефлексивни	0,998	4	0,910
Сензорно-интуитивни	3,051	4	0,549
Визуелно-вербални	2,479	4	0,648
Секвенцијално-глобални	5,286	4	0,259

**Коментар:** Применом хи-квадрат теста утврдили смо да не постоји статистички значајна повезаност између стилова учења и броја поена на пост-тесту.

#### У ОДНОСУ НА ОЦЕНУ НА ЗАВРШНОМ ИСПИТУ

Анализу повезаности стилова учења у односу на оцену коју је студент добио на завршном испиту урадили смо коришћењем хи-квадрат теста за независност. Резултати овог теста представљени су у Табели 7.20.

Табела 7.20 | Повезаност стилова учења у односу на оцену коју је студент добио на завршном испиту

Стил учења	Хи-квадрат статистика	Број степени слободе	Значајност
Активно-рефлексивни	14,552	16	0,558
Сензорно-интуитивни	12,181	16	0,731
Визуелно-вербални	16,168	16	0,441
Секвенцијално-глобални	21,491	16	0,160

**Коментар:** Применом хи-квадрат теста утврдили смо да не постоји статистички значајна повезаност између стилова учења и оцене на завршном испиту.

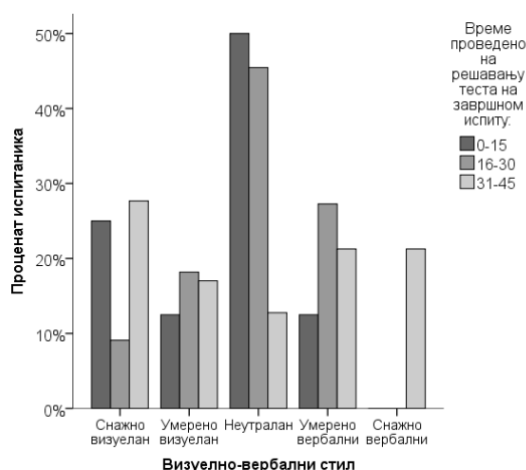
#### У ОДНОСУ НА ВРЕМЕ ПРОВЕДЕНО НА ЗАВРШНОМ ТЕСТУ

Анализу повезаности стилова учења у односу на време проведено на тесту урадили смо коришћењем хи-квадрат теста за независност. Резултати овог теста представљени су у Табели 7.21.

**Табела 7.21** | Повезаност стилова учења у односу на време проведено на тесту

Стил учења	Хи-квадрат статистика	Број степени слободe	Значајност
Активно-рефлексивни	11,277	8	0,186
Сензорно-интуитивни	7,697	8	0,464
<b>Визуелно-вербални</b>	<b>17,635</b>	<b>8</b>	<b>0,024</b>
Секвенцијално-глобални	13,535	8	0,095

Применом хи-квадрат теста утврдили смо да постоји статистички значајна повезаност између визуелно-вербалног стила учења и времена проведеног на испиту. Ова повезаност графички је приказана на Графикону 7.16.



**Графикон 7.16** | Повезаност између визуелно-вербалног стила учења и времена проведеног на испиту

**Коментар:** Код студената који су на завршном тесту провели до пола сата у односу на визуелно-вербални стил доминантан је неутрална преференција.

### 7.3. АНАЛИЗА ДОКАЗА ХИПОТЕЗА

Као што је наведено у првом поглављу, потврда посебне хипотезе је проверена резултатима истраживања појединачних хипотеза  $X_{п1}$ ,  $X_{п2}$  и  $X_{п3}$ .

**$X_{п1}$ :** Имплементирани модел адаптивног Moodle LMS прилагођавањем е-учења по FSM повећава значајне разлике између перформанси три групе

**(динамичке, статичке и контролне) према резултатима пред-теста и пост-теста.**

Креирамо нову променљиву која се зове „напредовање“. Одговор у оквиру ове променљиве може да буде „назадовање“ уколико је неко на пост-тесту остварио лошији успех него на пред-тесту, „исти успех“ уколико је успех остао исти и „напредовање“ уколико је неко остварио бољи успех на пост-тесту него на пред-тесту.

Аналізу повезаности између напредовања на пост-тесту у односу на резултат постигнут на пред-тесту у односу на групу којој студент припада урадићемо коришћењем хи-квадрат теста за независност. Резултати ове анализе представљене су у Табели 7.22.

**Табела 7.22** | Напредовање на пост-тесту у односу на резултат постигнут на пред-тесту

Група	Назадовање	Исти успех	Напредовање
Контролна	1	16	8
Статичка	1	18	7
Динамичка	0	15	11

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
<b>Pearson Chi-Square</b>	<b>2.239<sup>a</sup></b>	<b>4</b>	<b>.000</b>
Likelihood Ratio	2.853	4	.003
Linear-by-Linear Association	.988	1	.320
N of Valid Cases	77		

Применом хи-квадрат теста за независност утврдили смо да напредовање на пост-тесту у односу на резултат на пред-тесту зависи од групе којој студент припада (хи-квадрат статистика=2,239, број степени слободе=4, значајност=0,000<0,0005).

**Хипотеза  $H_{n1}$  јесте доказана, односно постоји статистички значајна повезаност између напредовања студената на пост-тесту у односу на резултат постигнут на пред-тесту у односу на групу којој студент припада.**

\*\*\*

**X<sub>п2</sub>: У оквиру имплементираних модела адаптивног Moodle LMS прилагођавањем е-учења по FSM динамички адаптивна група ће имати значајно боље резултате у пост-тесту од статичке групе и контролне групе.**

За анализу успеха на пост-тесту у односу на групе студената применили смо хи-квадрат тест за независност. Резултати ове анализе представљене су у Табели 7.23.

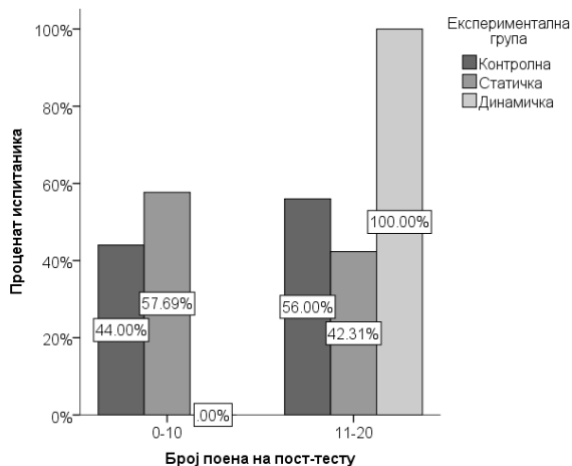
**Табела 7.23** | Успех на пост-тесту у односу на експерименталне групе

Група	0-10 поена	11-20 поена
Контролна	11 (44%)	14 (56%)
Статичка	15 (57,7%)	11 (42,3%)
Динамичка	0 (0%)	26 (100%)

#### Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
<b>Pearson Chi-Square</b>	<b>21.081<sup>a</sup></b>	<b>2</b>	<b>.000</b>
Likelihood Ratio	28.756	2	.000
Linear-by-Linear Association	11.126	1	.001
N of Valid Cases	77		

Применом хи-квадрат теста за независност утврдили смо да постоји статистички значајна повезаност између групе студената и резултата постигнутих на пост-тесту (хи-квадрат статистика=21,081, број степени слободе=2, значајност=0,000<0,0005). Графички приказ ових резултата представљен је на следећем Графику 7.17.



Графикон 7.17 | Број поена на пост-тесту

**Коментар:** Са графикана се јасно уочава да су знатно бољи резултат на пост-тесту остварили студенти из динамичке групе у односу на студенте из статичке и контролне групе.

**Хипотеза  $H_{п2}$  јесте доказана, односно утврђено је да постоји разлика у успеху студената између група и то тако што су студенти из динамичке групе остварили знатно бољи успех на пост-тесту у односу на студенте из статичке и контролне групе.**

\*\*\*

**$H_{п3}$ : Корисници имплементираниог модела динамичко адаптивног Moodle LMS прилагођавањем е-учења по FSM ће потрошити мање времена на учење наставног садржаја и решавању теста на завршном испиту него корисници у статички прилагодљивој групи и контролној групи.**

За анализу временаведеног на курсу у односу на групе студената применили смо хи-квадрат тест за независност. Резултати ове анализе представљене су у Табели 7.24.



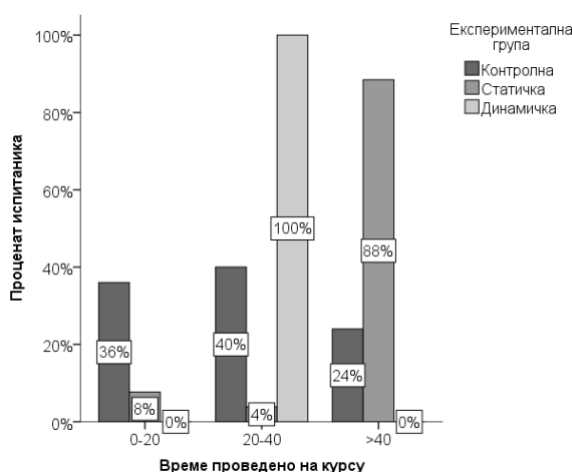
Табела 7.24 | Време проведено на курсу у односу на екперименталне групе

Група	0-20 сати	20-40 сати	Преко 40 сати
Контролна	9 (36%)	10 (40%)	6 (24%)
Статичка	2 (7,7%)	1 (3,8%)	23 (88,5%)
Динамичка	0 (0%)	26 (100%)	0 (0%)

#### Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
<b>Pearson Chi-Square</b>	<b>67.115<sup>a</sup></b>	<b>4</b>	<b>.000</b>
Likelihood Ratio	77.425	4	.000
Linear-by-Linear Association	.319	1	.572
N of Valid Cases	77		

Применом хи-квадрат теста за независност утврдили смо да постоји статистички значајна повезаност између групе студената и времена проведеног на курсу (хи-квадрат статистика=67,115, број степени слободе=4, значајност=0,000<0,0005). Графички приказ овог резултата представљен је на Графикону 7.18.



Графикон 7.18 | Време проведено на курсу

**Коментар:** Са графикана се јасно уочава да су знатно су знатно више времена на курсу (преко 40 сати) провели студенти из статичке групе док је знатно

више студената из динамичке групе провело на курсу између 20 и 40 сати, а мање од 20 сати је провело највише студената из контролне групе.

**Хипотеза  $H_{п3}$  јесте доказана (уз објашњење), односно утврђено је да студенти из динамичке групе проводе мање времена на курсу у односу на студенте из статичке групе. Студенти из контролне групе проводе најмање времена на курсу, међутим намеће се питање да ли је реално провести мање од 30 сати за квалитетно спремање испита.**

За анализу времена проведеног на решавању теста у односу на групе студената применили смо хи-квадрат тест за независност. Резултати ове анализе представљене су у Табели 7.25.

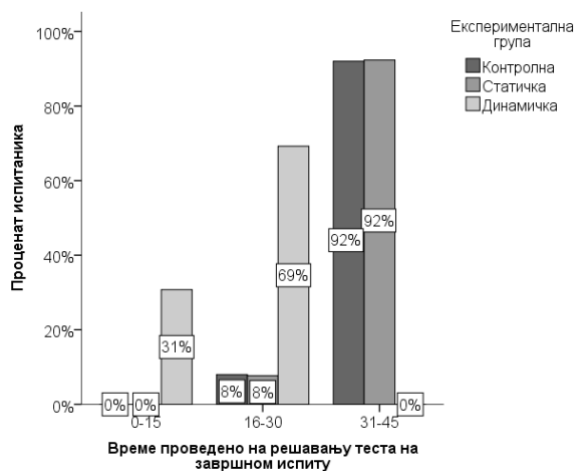
**Табела 7.25** | Време проведено на решавању теста на завршном испиту

Група	1-15 минута	16-30 минута	31-45 минута
Контролна	0 (0%)	2 (8%)	23 (92%)
Статичка	0 (0%)	2 (7,7%)	24 (92,3%)
Динамичка	8 (30,8%)	18 (69,2%)	0 (0%)

**Chi-Square Tests**

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)
<b>Pearson Chi-Square</b>	<b>62.367<sup>a</sup></b>	<b>4</b>	<b>.000</b>
Likelihood Ratio	77.618	4	.000
Linear-by-Linear Association	41.979	1	.000
N of Valid Cases	77		

Применом хи-квадрат теста за независност утврдили смо да постоји статистички значајна повезаност између групе студената и времена проведеног на решавању теста (хи-квадрат статистика=62,367, број степени слободе=4, значајност=0,000<0,0005). Графички приказ овог резултата представљен је на Графикону 7.19.

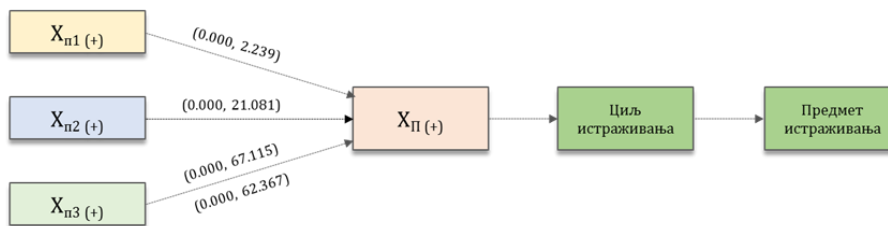


Графикон 7.19 | Време проведено на решавању теста на завршном испиту

**Коментар:** Са графикона се јасно уочава да је у групи студената којима је за решавање завршног теста требало мање од пола сата времена знатно више студената из динамичке групе, док их у групи оних којима је требало више од пола сата нема.

**Хипотеза  $X_{п3}$  јесте доказана, односно утврђено је да студенти из динамичке групе проводе знатно мање времена на одговарању на питања на завршном тесту у односу на студенте из статистичке и контролне групе.**

На основу анализа доказа појединачних хипотеза, хипотеза  $X_{п}$  јесте доказана (Слика 7.2), односно утврђено је да је прилагођавањем стилова учења по FSM у оквиру адаптивног Moodle LMS могуће повећати значајне разлике између перформанси студената (динамичке, статичке и контролне групе) према резултатима пред и пост-теста и смањити време за учење наставног садржаја и решавању теста на завршном испиту.



Напомена: Значајност=0,000<0,0005

Слика 7.2 | Схема анализе доказа изведених хипотеза

## ЗАКЉУЧАК

Интелигентни системи учења дијагностикују процес учења и генеришу упутства и садржај учења током реализације програма, углавном на основу резултата студената у решавању проблема. Изградња персонализоване путање учења је једна од области у којој постоји јасна повезаност између хипермедије и интелигентних система за адаптивно е-учење. Примењују се алати вештачке интелигенције, пробабилистички, хеуристички, оптимизацијски приступи и алгоритми.

Циљ докторске дисертације је био да обезбедимо модел за персонализовање е-учења према потребама појединачних студената. Сваки студент има другачије гледиште и личне преференције за стилове учења. Ова дисертација се бави методама за откривање преферираних стилова учења студената и прилагођавање презентације наставног садржаја, било статички или динамички, према овим преферираним стиловима. Развили смо концептуални оквир за процес креирања динамичке адаптације. Овај оквир користи алгоритме машинског учења са вештачком интелигенцијом.

Укратко, показали смо како се Moodle LMS може проширити да обезбеди статичку и динамичку адаптивност засновану на стиловима учења студената. Експериментално смо тестирали предложене алгоритме за обезбеђивање прилагодљивости и показали да они могу бити ефикасни у подршци перформансама студената. Штавише, ова студија пружа доказе за генерално побољшање адаптивних LMS-а, не само да би се помогло студентима да уче ефикасније, већ и да би се помогло предметним наставницима да развију бољи наставни материјал за е-учење.

Уколико предавачи имају информације о начину на који студенти најлакше уче, односно имају информације о њиховом стилу учења, имаће додатне назнаке како да припреме наставни садржај као и у ком формату да га пренесу студентима. Ово ће учинити слушаоце мотивисанијим и активнијим што доводи до лакшег учења наставног садржаја.

Постоји неколико модела који се користе за одређивање стилова учења. Већина њих у процесу доношења одлука користи упитнике са више врста одговора. Поузданост резултата модела зависи и од искрености појединаца у давању одговора. У оквиру ове дисертације прегледано је неколико модела који су већ имплементирани у адаптивне системе е-учења: Dunn and Dunn, Kolb, Honey and Mumford и Felder and Silverman модели. На крају је направљен резиме алата које сваки од модела користи за одређивање најприкладнијег стила учења појединаца. Прегледали смо и постојеће системе е-учења који у процесу презентовања наставног садржаја узимају у обзир најприкладнији стил учења појединца.

Софтверски систем за адаптивно учење има за циљ да прилагоди неке од својих кључних функционалности (нпр. обезбеђивање садржаја за учење, подршка навигацији у курсу обуке, итд.) потребама и преференцијама студената. У том смислу, прилагодљивост се може посматрати као способност система да прилагоди своје понашање и обезбеди своју функционалност корисницима према њиховим преференцијама, образовним циљевима, стилу учења, нивоу знања, понашању у систему итд.

У овој дисертацији представљен је адаптивни модел учења, који омогућава висок ниво прилагодљивости корисничких преференцијала, флексибилност за реализацију наставе и прилагођавање различитим аранжманима учења. Модел је имплементиран и функционално тестиран са корисничким моделирањем заснованим на FSM.

Преглед литературе о адаптивним образовним системима и теоријама стилова учења дао је много корисних идеја. Укључујући широко прихваћен FMS, мммодел је формулисан, имплементиран и анализиран како би се утврдило да ли се основне идеје могу доказати способним да позитивно утичу на перформансе студената током наставног процеса.

У оквиру спроведеног експеримента статистички су испитани ефекти контролне, статичке и динамичке групе у односу на постављене истраживачке хипотезе. Резултати су показали да постоји статистички значајна повезаност између напредовања студената на пост-тесту у односу на резултат постигнут на пред-тесту у односу на групу којој студент припада. Знатно бољи резултат на пост-тесту остварили студенти из динамичке групе у односу на студенте из статичке и

контролне групе. Такође, утврђено је да студенти из динамичке групе проводе мање времена на курсу у односу на студенте из статичке и контролне групе, односно утврђено је да студенти из динамичке групе проводе знатно мање времена на одговарању на питања на завршном тесту у односу на студенте из статистичке и контролне групе. Дакле, посебна хипотеза ( $H_p$ ) је доказана извођењем и анализом појединачних хипотеза.

У наредном пододељку дати су научни и стручни доприноси дисертације. Дисертација се завршава препорукама за будућа истраживања.

### **НАУЧНИ И СТРУЧНИ ДОПРИНОСИ**

На основу остварених научних резултата, најзначајнији доприноси дисертације, са карактером обогаћивања постојећих сазнања, иновативности новог оригиналног приступа и примене научних достигнућа у пракси, могу се сумирати на следећи начин:

- Развијање приступа за идентификацију стилова учења студената на основу њиховог понашања у системима за е-учење;
- Дефинисани су шаблони за одређивање личних преференција студената на основу FSM;
- FSM је поједностављен тако да има само две димензије са индексима стила квантизованим на неколико нивоа у вербално-визуелној димензији и само два нивоа у секвенцијално-глобалној димензији;
- Прилагодљивост се може обезбедити када се одреде стилови учења студената. Материјали за учење за пружање адаптивних курсева у LMS-у су дизајнирани и развијени да буду представљени у различитим мултимедијалним облицима, према FSM. Ови концепти су имплементирани у Moodle LMS, омогућавајући да аутоматски генерише и презентује курсеве који одговарају стиливима учења студената;
- По основу спроведеног експеримента и анализа података добили смо вредне информације и сазнања које се могу употребити за побољшање концепција поучавања и учења и ефикасније доношење одлука у наставном процесу.

Резултати истраживања из области е-учења а који су реализовани у оквиру ове дисертације објављени су у укупно осам радова у научним часописима и саопштени на научним скуповима:

**[M-23] Рад у међународном часопису:**

**Zlatkovic, D.,** Denic, N., Petrovic, M., Ilic, M., Khorami, M., Safa, A., Wakil, K., Petkovic, D., Vujicic, S. (2020). Analysis of adaptive e-learning systems with adjustment of Felder-Silverman model in a Moodle DLS. *Computer Applications in Enggengineering Education*, 28(4); pp. 803–813.

*Impact factor: 1.532*

<https://doi.org/10.1002/cae.22251>

<https://onlinelibrary.wiley.com/toc/10990542/2020/28/4>

Cao, Y., AlKubaisy, Z. M., Stojanović, J., Denić, N., Petković, D., **Zlatković, D.,** Zakić, A. (2022). Appraisal of information and communications technologies on the teaching process by neuro fuzzy logic. *Computer Applications in Enggengineering Education*, 30(4); pp. 803–813.

*Impact factor: 1.532*

<https://doi.org/10.1002/cae.22486>

<https://onlinelibrary.wiley.com/toc/10990542/2021/0/0>

**[M-24] Рад у националном часопису међународног значаја:**

**Zlatkovic, D.,** Denic, N., Ilic, M., Jovkovic, S. (2020). Designing and validating the questionnaire used to measure the attitude of students towards e-Learning. ANNALS OF THE UNIVERSITY OF ORADEA. *Fascicle of Management and Technological Engineering*, CNCSIS "Clasa B+", XXIX(2).

(ISSN: 1583-0691)

<https://doi.org/10.15660/AUOFMTE.2020-2.3563>

<https://imt.uoradea.ro/auo.fmte/article.php?v1=2020-2&v2=0>

**[M-33] Саопштење са међународног скупа штампано у целини:**

**Златковић, Д.,** Денић, Н., Петровић, М., Илић, М. (2020). *Електронски уџбеници као алат за е-учење: преглед и фокус за будућа истраживања*. У Зборнику радова: 6. међународна конференција Управљање знањем и информатика, Копаоник, стр. 253-262.

(ISBN: 978-86-6211-123-4)

[http://kmi.vtsns.edu.rs/KMI\\_2020/Zbornik\\_radova\\_KMI\\_2020.html](http://kmi.vtsns.edu.rs/KMI_2020/Zbornik_radova_KMI_2020.html)

**Zlatkovic, D.,** Denic, N., Petrovic, M., Ilic, M. (2019). *Security and Standardization at E-learning Platforms*. In Proceedings of 54<sup>th</sup> International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST 2019), pp. 194-197.

(ISSN: 2603-3267)

[https://icestconf.org/wp-content/uploads/2019/09/Proceeding\\_ICEST\\_2019.pdf](https://icestconf.org/wp-content/uploads/2019/09/Proceeding_ICEST_2019.pdf)

**Zlatkovic, D.,** Denic, N., Petrovic, M. (2019). *E-Learning in Higher Education – An Overview of Strategic Planning*. In Proceedings of International Scientific Conference on Applied Internet and Information Technologies (AIIT 2019), pp. 117-121.

(ISBN: 978-86-7672-327-0)

[http://www.tfzr.uns.ac.rs/aiit/old/archives/AIIT2019/files/AIIT2019\\_ProceedingsFinal.pdf](http://www.tfzr.uns.ac.rs/aiit/old/archives/AIIT2019/files/AIIT2019_ProceedingsFinal.pdf)

Denic, N., **Zlatkovic, D.** (2017). *A Study of the Potentials of the Distance Learning System*. The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences, ICONSE 2017: International Conference on Science and Education 8(1), pp. 30-39.

(ISSN: 2587-1730)

<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/384854>

**Zlatkovic, D.,** Denic, N., Ilic, M., Zakic, A. (2022). *Providing dynamic adaptivity in Moodle LMS according to Felder-Silverman model of learning styles*. 9<sup>th</sup> International scientific conference – Technics and Informatics in Education – TIE 2022, (Accepted: 16 May 2022).

<http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/TIE2022/index.php?lang=en>



**[М-63] Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини:**

**Златковић, Д., Денић, Н., Петровић, М., Илић, М. (2019).** *Квалитативна анализа ефеката електронског учења на унутрашњу мотивацију студената. У Зборнику радова: 4. Национална конференција са међународним учешћем - Информационе технологије, образовање и предузетништво, ИТОП'19, стр. 185-193.*

(ISBN: 978-86-7776-233-9), УДК: 378.018.43:004.94]: 159.947.5-057.875  
<http://www.ftn.kg.ac.rs/ITOP19>

## **ПРЕПОРУКЕ ЗА БУДУЋА ИСТРАЖИВАЊА**

Налази и модели развијени у овој дисертацији могу се користити као основа за даља истраживања и развој у вези са обезбеђивањем напредне прилагодљивости, посебно у LMS окружењу. Напомињемо да резултати ове дисертације указују на потребу примене експеримената на што већем броју студената. Ово ће повећати поузданост статистичких тестова и такође обезбедити већу базу података за алгоритам сличности. Експерименти на адаптивним системима се могу изводити у дужем временском периоду, са различитим садржајем курса; омогућавање већим групама студената да користе наш систем помоћи ће нам да усавршимо динамичко адаптивни LMS додавањем више функција које ће узети у обзир алгоритам сличности. Нове карактеристике би могле да укључују софистицираније процене стилова учења студената и интеракције, повратне информације и путање навигације. Проширивање студентских модела на овај начин може омогућити прецизније прилагођавање за бољи учинак и ефикасност студената.

Постојећи проширени LMS би имао користи од интеграције више функција у оквиру Moodle LMS-а, као што су „ћаскање са колегама“, могућности претраживања, преглед претходних питања/одговора и обележавање. Такве додатне услуге могу се користити, на пример, за праћење сесија како би се истражило које аспекте процеса адаптације студенти највише цене и који имају најповољније ефекте.

Даља подршка се мора пружити предметним наставницима са алатима који ће им помоћи у креирању материјала за учење који одговара потребним стиливима учења. Такви алати ће омогућити наставницима да креирају материјал за учење од већ постојећег материјала у другим стиливима и такође открију нове начине представљања материјала за учење. Садржај курса би био повезан са метаподацима како би се олакшала његова употреба у адаптивним системима и омогућио погодан извоз у или увоз из различитих окружења за е-учење.

Обзиром да све ово указује на широке аспекте могућих импликација истраживања, у будућем истраживању предлажемо коришћење техника машинског учења на различите начине са различитим алгоритмима класификације. Ово ће побољшати начин на који се студенту може дати садржај курса на основу записа претходних студената са сличним записима.

Очигледно је из ове дисертације да динамичко адаптивни LMS могу мотивисати студенте и побољшати њихове исходе учења. Међутим, потребно је више истраживања како би се истражили и проучавали стилови учења студената у окружењу за е-учење како би се открило који фактори утичу на њихово постигнуће. Боље разумевање стилова учења студената може на крају довести до широког прихватања и употребе адаптивних алгоритама у системима е-учења који могу да обезбеде ефикасне и практичне адаптивне системе.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] R. Mahieu and S. Wolming, "Motives for Lifelong Learners to Chose Web-based Courses," *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, vol. 16, no. 1, pp. 1-10, 2013.
- [2] K. U. Khan and J. Iqbal, "Strategic plannong of e-learning implementation in higher education sector," in *24th International Conference for the International Association fro Manegment of Technology (IAMOT)*, Hatfield, England, 2015.
- [3] V. Nikolic, D. Petkovic, N. Denic, M. Milovancevic and S. Gavrilovic, "Appraisal and review of e-learning and ICT systems in teaching process," *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 513, pp. 456-464, 2019.
- [4] S. Muruganandam and N. Srinivasan, "Personalised e-leraning systems using learner profile ontology and sequential pattern mining-based recommendation," *International Journal of Business Intelligence and Data Mining archive*, vol. 12, no. 1, pp. 78-93, 2017.
- [5] E. Alfonseca, R. M. Carro, E. Martin, A. Ortigosa and P. Paredes, "The impact of learning styles on students grouping for collaborative learning: A case study," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 16, no. 3, pp. 377-401, 2006.
- [6] D. Zlatkovic, N. Denic, M. Petrovic, M. Ilic, M. Khorami, A. Safa, K. Wakil, D. Petkovic and S. Vujacic, "Analysys of adaptive e-Learning systems with adjustment of Felder-Silverman model in a Moodle DLS," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 28, no. 4, pp. 803-813, 2020.
- [7] K. Almohammadi, H. Hargas, D. Alghazzawi and G. Aldabbagh, "A Survey of Artificial Intelligence Techniques Employed for Adaptive Educational Systems within e-Learning Platforms," *Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research*, vol. 7, no. 1, pp. 47-64, 2017.
- [8] S. Benhamdi, A. Babouri and R. Chiky, "Personalized recommender system for e-Learning enviroment," *Education and Information Technologies*, vol. 22, no. 4, pp. 1455-1477, 2017.
- [9] R. M. Carro и V. Sanchez Horreo, „The Efect of Personality and Learning Styles on Individual and Collaborative Learning Obtaining Criteria for Adaption," y *8th IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Athens, 2017.
- [10] R. M. Felder, "Reaching the Second Tier: Learining and Teaching Styles in College Science Education," *Journal of College Science Teaching*, vol. 23, no. 5, pp. 286-290, 1993.
- [11] R. M. Felder, "Matters of Style," *ASSE Prism*, vol. 6, no. 4, pp. 1-8, 1998.

- [12] R. M. Felder, "Option: Uses, Misuses, and Validity of Learning Styles," *Advanced in Engineering Education*, vol. 8, no. 1, pp. 1-14, 2020.
- [13] K. J. Kim and W. T. Frick, "Changes in Student Motivation During Online Learning," *Journal of Educational Computing Research*, vol. 44, no. 1, pp. 1-23, 2011.
- [14] L. Silverman, "The Visual-Spatial Learner," *Preventive School Failure*, vol. 34, no. 1, pp. 15-20, 2010.
- [15] R. Dunn, "Learning Styles: Theory, research, and practice," *Natl. Forum Appl. Educ. Res. Journal*, vol. 13, no. 1, pp. 3-22, 2000.
- [16] R. M. Felder and R. Brent, "Understanding Students Difference," *Journal of Engineering Education*, vol. 94, no. 1, pp. 57-72, 2005.
- [17] R. M. Felder and L. K. Silverman, "Learning and techning Styles in Engineering Education," *Engineering Education*, vol. 78, no. 7, pp. 674-681, 1998.
- [18] R. M. Felder and E. R. Henriques, "Learning and Teching Styles in Foreign and Second Language Education," *Foreign Language Annals*, vol. 28, no. 1, pp. 21-31, 1995.
- [19] R. M. Felder и R. Brent, *Teaching and Laerning STEM: A Practical Guide*, San Francisco: Jossey-Bass, 2016.
- [20] J. Koo, *Moodle for Learning Managment System (LMS): A Practical and Visual Guidebook of Administrator and Instructor for Distance Education*, Washington: Amazon Publishing, 2020.
- [21] I. Wild, *Moodle 3.x Developer's Guide*, Birmingham: Packt Publishing, 2017.
- [22] S. Somyürek, "Student modeling: Recongnizing the individual needs of users in e-Leaning enviroments," *Int. J. Human Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 429-450, 2009.
- [23] M. Despotovic, Z. Bogdanovic and D. Barac, "Methodology for creating adaptive online course using business inteligenca," *Transact. Adv. Res.*, vol. 5, no. 2, pp. 27-35, 2009.
- [24] Н. Денић и Д. Петковић, *Образовни софтвер*, Косовска Митровица: Природно-математички факултет, Универзитет у Приштини, 2018.
- [25] B. Seleena and S. K. Srivatsab, "Using concept similarity in cross ontology for adaptive e-Learning systems," *Journal of King Suad University - Computer and Information Sciences*, vol. 27, no. 1, pp. 1-12, 2015.
- [26] P. Brusilovsky, "Methods and techniques of adaptive hypermedia," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 6, pp. 87-129, 1996.

- [27] P. Brusilovsky, "Efficient Techniques for Adaptive Hypermedia," in *Intelligent hypertext: Advanced techniques for the World Wide Web. Lecture Notes in Computer Sciences*, Nicholas, C; Mayfield, J; ed., vol. 1326, Berlin, Springer-Verlag, 1997, pp. 12-30.
- [28] P. Brusilovsky, "Developing adaptive education hypermedia systems: From design models to authoring tools," in *Authoring tools for advanced learning technologies*, T. Murray, Ed., Dodrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 2001.
- [29] P. Brusilovsky, "Adaptive Hypermedia," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 11, pp. 87-110, 2001.
- [30] S. Kolekar, R. Pai and M. Pai, "Prediction of Learner's Profile Based on Learning Styles in Adaptive e-Learning System," *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, vol. 12, no. 6, pp. 31-51, 2017.
- [31] A. V. Kryukov and V. G. Rubanov, "Development of main algorithm of adaptive testing system," *International Journal of Pharmacy and Technology*, vol. 8, pp. 24826-24834, 2016.
- [32] R. G. Novilo, P. J. Munoz-Merino and C. D. Kloos, "Skill Modeling Solutions for Adaptive Learning," in *11th International Conference on Technology, Education and Development (INTED)*, Valencia, Spain, 2017.
- [33] K. R. Premlatha, B. Dharani and T. V. Geetha, "Dynamic learner profiling and automatic learner classification for adaptive e-learning environment," *Interactive Learning Enviroments*, vol. 24, no. 6, pp. 1054-1075, 2016.
- [34] S. Smith Nash and W. Rice, *Moodle 3 e-Learning Course Development*, 4th ed., Birmingham: Pact Publishing, 2018.
- [35] N. Denic and D. Zlatkovic, "A Study of the Potentials of the Distance learning System," in *The Euroasia Proceedings of Educational & Social Sciences, ICONSE 2017: International Conference on Science and Education*, Antalia, Turkey, 2017.
- [36] Д. Златковић, Н. Денић, М. Петровић и М. Илић, „Квалитативна анализа ефеката електронског учења на унутрашњу мотивацију студената,“ у 4. *Национална конференција са међународним учешћем - Информационе технологије, образовање и предузетништво, ИТОП '19*, Чачак, 2019.
- [37] D. Zlatkovic, N. Denic, M. Petrovic and M. Ilic, "Security and Standardization at e-Learning platforms," in *54th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies (ICEST 2019)*, Ohrid, North Macedonia, 2019.
- [38] D. Zlatkovic, N. Denic and M. Petrovic, "e-Learning in Higher Education - An Overview of Strategic Planning," in *International Scientific Conference on Applied Internet and Information Technologies (AIIT 2019)*, Zrenjanin, Srbija, 2019.

- [39] Д. Златковић, Н. Денић, М. Петровић и М. Илић, „Електронски уџбеници као алат за е-учење: преглед и фокус за будућа истраживања,“ у б. *Међународна конференција: Управљањем знањем и информатика*, Копаоник, Србија, 2020.
- [40] D. Zlatkovic, N. Denic, M. Ilic and S. Jovkovic, “Designing and validating the questionnaire used to measure the attitude of students towards e-Learning,” *Fascicle of Management and Technological Engineering, CNCSIS "Clasa B"*, vol. XXIX, no. 2, 2020.
- [41] Y. Cao, Z. M. AlKubaisy, J. Stojanovic, N. Denic, D. Petkovic, D. Zlatkovic and A. Zakic, “Appraisal of information and communications technologies on the teaching process by neuro fuzzy logic,” *Computer Applications in Engeneering Education*, vol. 30, no. 4, pp. 803-813, 2022.
- [42] N. Ford, “Learning Styles and Strategies of Postgraduate Students,” *British Journal of Educational Technology*, vol. 16, no. 1, pp. 65-77, 1985.
- [43] I. McDermott and W. Jago, *Brief NLP Therapy (Brief Therapies Series)*, London, UK: Sage Publications Ltd. , 2001.
- [44] K. L. Rasmussen and G. V. Davidson-Shivers, “Hypermedia and learning styles: Can performance be influenced?,” *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, vol. 7, no. 4, pp. 291-308, 1998.
- [45] P. Honey and A. Mumford, *The Learning Styles Helper's Guide*, Maidenhead, UK: Peter Honey Publications Ltd., 2000.
- [46] A. Oweini и C. Daouk, „Effects of the Dunn and Dunn Learning Styles Model on Reading Comprehension and Motivation: A Case Study in Innovative Learning,“ *International Journal for Talent Development and Creativity* , т. 4, бр. 1, pp. 63-70, 2016.
- [47] H. Çalıřkan and E. Uzunkol, “Model za interpretaciju postignuća učenika u predmetu Društvene znanosti,“ *Croatian Journal of Education*, vol. 20, no. 3, pp. 939-971, 2018.
- [48] P. M. Newton and M. Miah, “Evidence-Based Higher Education – Is the Learning Styles ‘Myth’ Important?,” *Front. Psychol.* , vol. 8, no. 444, pp. 1-15, 2017.
- [49] D. Moseley, F. Coffield, E. Hall and K. Ecclestone, *Should we be using learning styles? What research has to say to practice*, London: LSRC-Learning and Skills Research Centre, 2004.
- [50] J. Cuevas, “Is learning styles-based instruction effective? A comprehensive analysis of recent research on learning styles,” *Theory & Research in Education*, vol. 13, no. 3, pp. 308-333, 2015.
- [51] N. Fleming and D. Baume, “Learning Styles Again: VARKing up the right tree!,” *Educational Developments, SEDA*, vol. 7, no. 4, pp. 4-7, 2006.

- [52] T. Wigley, "Dunn and Dunn Model," Google Sites, 22 December 2018. [Online]. Available: <https://sites.google.com/site/learningstylesolt528/home>. [Accessed 15 March 2020].
- [53] D. Kolb и A. Kolb, *The Kolb Learning Style Inventory - Version 4.0 A Comprehensive Guide to the Theory, Psychometrics, Research on Validity and Educational Applications*, Cleveland, Ohio, US: Experience Based Learning Systems, Inc., 2013.
- [54] S. McLeod, "Kolb's Learning Styles and Experiential Learning Cycle," SimplyPsychology, 03 January 2017. [Online]. Available: <https://www.simplypsychology.org/learning-kolb.html>. [Accessed 17 March 2020].
- [55] P. Honey и A. Mumford, *The manual of learning styles*, Maidenhead, UK: Peter Honey Publications Ltd., 1992.
- [56] B. Arsovic and N. Stefanovic, "E-Learning based on the adaptive learning model: case study in Serbia," *Sāadhanā*, vol. 45, no. 1, pp. 1-13, 2020.
- [57] J. Feldman, A. Monteserin and A. Amandi, "Automatic detection of learning styles: state of the art," *Artif Intell Rev*, vol. 44, no. 1, pp. 157-186, 2015.
- [58] P. King and A. B. Mason, "Myers-Briggs Type Indicator," in *The Wiley Encyclopedia of Personality and Individual Differences: Measurement and Assessment*, J. Carducci, S. C. Nave, S. J. Mio and E. R. Riggio, Eds., New Jersey, US, John Wiley & Sons Ltd., 2020, pp. 315-319.
- [59] J. Poon Teng Fatt, "Understanding the learning styles of students: implications for educators," *International Journal of Sociology and Social Policy*, vol. 20, no. 11/12, pp. 31-45, 2000.
- [60] R. M. Felder and B. A. Soloman, "Index of Learning Styles Questionarie," 1997. [Online]. Available: <https://www.webtools.ncsu.edu/learningstyles/>. [Accessed 11 March 2019].
- [61] R. M. Felder and J. Spurlin, "Applications, Reliability and Validity of the Index of Learning Styles," *International Journal on Engineering Education*, vol. 21, no. 1, pp. 103-112, 2005.
- [62] M. S. Zywno, "A Contribution to Validation of Score Meaning for Felder-Soloman's Index of Learning Styles," in *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition (2003 ELD/ASEE)*, Nashville, TN, 2003.
- [63] N. Zwanenberg, L. Wilkinson and A. Anderson, "Felder and Silverman's Index of Learning Styles and Honey and Mumford's Learning Styles Questionnaire: How do they compare and do they predict academic performance?," *Educational Psychology*, vol. 20, no. 3, pp. 365-380, 2000.
- [64] T. Volery and D. Lord, "Critical success factors in online education," *Internal Journal of Educational Managment*, vol. 14, pp. 216-223, 2000.

- [65] M. Bhaskar, M. M. Das, T. Chithralekha and S. Sivasatya, "Genetic Algorithm Based Adaptive Learning Scheme Generation for Context Aware E-Learning," *International Journal on Computer Science and Engineering*, vol. 2, no. 4, pp. 1271-1279, 2010.
- [66] H. D. Surjono, "The Evaluation of a Moodle Based Adaptive E-Learning System," *International Journal of Information and Education Technology*, vol. 4, no. 1, pp. 89-92, 2014.
- [67] S. Somyürek, "Student modeling: Recognizing the individual needs of users in e-learning enviroments," *International Journal of Human Sceinces*, vol. 6, no. 2, pp. 429-450, 2009.
- [68] O. P. Beck, M. T. Kung, Y. T. Park and S. C. Yang, "E-learning architecture: challenges and mapping of individuals in an Internet - based pedagogic interface," *International Journal of Innovation and Laerning*, vol. 1, no. 3, pp. 1-9, 2004.
- [69] P. Appalla, V. M. Kuthadi and T. Marwala, "An efficient educational data mining approach to support e-learning," *Wireless Networks*, vol. 23, no. 4, pp. 1011-1024, 2017.
- [70] B. K. Baradwaj and S. Pal, "Mining Educational Data to Analyze Students' Performance," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 2, no. 6, pp. 63-69, 2011.
- [71] R. E. Snow, "Aptitude-treatment interaction as a framework for research on individual differences in psychotherapy," *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, vol. 59, no. 2, pp. 205-216, 1991.
- [72] D. Jones, "Programming the Virtual University," *Training*, vol. 37, no. 1, pp. 26-34, 2000.
- [73] A. Krkwood and L. Price, "Technology - enhanced learning and teaching in higher education: Whatis 'enhanced' and how do we know? A critical literature review," *Learning, Media and Technology*, vol. 39, no. 1, pp. 6-36, 2014.
- [74] X. Tsortanidou, C. Karagiannidis and A. Koumpis, "Adaptive Educational Hypermedia Systems based on Learning Styles: The Case of Adaptation Rules.," *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, vol. 12, no. 5, pp. 150-168, 2017.
- [75] З. Богдановић, Пословна интелигенција у адаптивном електронском образовању, Докторска дисертација, Београд: Факултет организационих наука, 2011.
- [76] P. De Bra and L. Calvi, "АНА! An open Adaptive Hypermedia Architecture," *New Review of Hypermedia and Multimedia* , vol. 4, no. 1, pp. 115-139, 1998.
- [77] J. Jovanovic and R. Chiong, *Technological and Social Environments for Interactive Learning*, Santa Rosa, California: Informing Science Press, 2013.



- [78] J. Lester, J. Voerman, S. Towns and C. Callaway, *Cosmo: A Life-like Anumated Pedagogical Agent with Deictic Believability*, 1997.
- [79] M. Kickmeier, E. Mattheiss, C. Steiner and D. Albert, "A Psycho-Pedagogical Framework for Multi-Adaptive Educational Games," *International Jurnal of Game-Based Learning*, vol. 1, no. 1, pp. 45-58, 2011.
- [80] S. Jones, "PLATO," *Enciclopedia Britanica*, 23 November 2015. [Online]. Available: <https://www.britanica.com/topic/PLATO-education-system>. [Accessed 13 April 2020].
- [81] M. J. Koehler and P. Mishra, "What is technological pedagogical content knowledge?," *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, vol. 9, no. 1, pp. 60-70, 2009.
- [82] P. De Bra, A. Aerts, B. Berden, B. De Lange, B. Rousseau, T. Santic, D. Smits and N. Stash, "AHA! The adaptive hypermedia architecture," in *HYPERTEXT '03: Proceedings of the fourteenth ACM Conference on Hypertext and Hypermedia*, Nottingham, UK, 2003.
- [83] P. De Bra, A. Aerts and B. Rousseau, "Concept relationship types for AHA! 2," in *E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*, San Diego, CA, 2002.
- [84] E. Popescu, P. Trigano и C. Badica, „Adaptive Educational Hypermedia Systems: A Focus on Learning Styles," у *EUROCON 2007 - The International Conference on "Computer as a Tool"*, Warsaw, Poland, 2007.
- [85] C. A. Carver, R. A. Howard and W. D. Lane, "Enhancing student learning through hypermedia courseware and incorporation of student learning styles," *IEEE Transactions on Education*, vol. 42, no. 1, pp. 22-38, 1999.
- [86] M. Grigoriadou, K. Papanikolaou, H. Kornilakis and G. Magoulas, "INSPIRE: An INtelligent System for Personalized Instruction in a Remote Environment.," in *Pre-Workshop Proceedings: Third Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia - User Modeling*, Sonthofen, Germany, 2001.
- [87] N. Stash, A. Cristea and P. De Bra, "Authoring of learning styles in adaptive hypermedia," in *Proceedings of the 13th international conference on World Wide Web - Alternate Track Papers & Posters, WWW 2004*, New York, 2004.
- [88] E. E. Bachari, E. H. Abelwahed and M. E. Adnani, "An adaptive teaching strategy model in e-learning using learners' preference: LearnFit framework," *Int. J. Web Science*, vol. 1, no. 3, pp. 257-274, 2012.
- [89] E. E. Bachari, E. H. Abelwahed and M. E. Adnani, "e-Learning personalization based on dynamic learners' preference," *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, vol. 3, no. 3, pp. 200-216, 2011.

- [90] C. I. Pena de Carrillo, J. L. Marzo and J. L. De la Rosa, "Curriculum Sequencing for an e-learning System Based on Learning Styles," in *ITHET 2004 : proceedings of the fifth International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training*, Istanbul, Turkey, 2004.
- [91] A. Schapira, K. de Vries and C. Pedregal-Martin, "MANIC: an open-source system to create and deliver courses over the Internet," in *Proceedings 2001 Symposium on Applications and the Internet Workshops (Cat. No.01PR0945)*, San Diego, CA, USA, 2001.
- [92] R. M. Carro and P. Rodriguez, "Tangow: A model for Internet-Based Learning," *International Journal of Continuing Engineering Education and Lifelong Learning*, vol. 11, no. 1-2, pp. 25-34, 2001.
- [93] R. Carro, E. Pulido and P. Rodríguez, "Adaptive Internet-based learning with the TANGOW system," in *Computers and Education in the 21st Century.*, Puertollano, Spain, Spanish Association for the Development of Computers in Education (ADIE), 2000, pp. 127-135.
- [94] P. Garcia, A. Amandi and S. Schiaffino, "eTeacher: Providing personalized assistance to e-learning," *Computers & Education*, vol. 51, no. 4, pp. 1744-1754, 2008.
- [95] B. Vesin, A. Milicevic and M. Ivanovic, "Protus 2.1: Applying Collaborative Tagging for Providing Recommendation in Programming Tutoring System," in *International Conference on Web-Based Learning*, Rome, Italy, 2016.
- [96] C. Wolf, "iWeaver: towards' learning style'-based e-learning in computer science education," in *In Proceedings of the fifth Australasian conference on Computing education*, Adelaide, 2003.
- [97] M. Meccawy, P. Blanchfield, H. Ashman, T. Brailsford и A. Moore, „WHURLE 2.0: Adaptive Learning Meets Web 2.0," у *Times of Convergence. Technologies Across Learning Contexts, Third European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL 2008)*, Maastricht, The Netherlands, 2008.
- [98] M. Meccawy, P. Blanchfield, H. Ashman, T. J. Brailsford and A. Moore, "WHRULE 2.0: Adaptive learning meets Web 2.0," in *Times of Convergence. Technologies Across Learning Context, Third European Conference on Technology Enhanced Learning, (EC-TEL 2008)*, Maastricht, The Netherlands, 2008.
- [99] S. Kumar Basak, M. Wotto and P. Bélanger, "E-learning, M-learning and D-learning: Conceptual definition and comparative analysis," *E-Learning and Digital Media*, vol. 15, no. 4, pp. 191-216, 2018.
- [100] Д. Златковић, Студиозна анализа могућности система учења на даљину - Дипломски рад, Београд: Алфа БК Универзитет, Факултет за математику и рачунарске науке, 2017.

- [101] J. Leal and R. Queiros, "eLearning Frameworks: a survey.," in *International Technology, Education and Development Conference*, Valencia, Spain, 2010.
- [102] S. Jin, Standardization for e-Learning, Seoul: Department of computer science, Korea National Open University, 2002.
- [103] C. Gütl, F. Mödritscher and V. M. G. Barrios, "Enhancement of SCORM to support adaptive E-Learning within the Scope of the Research Project AdeLE,," in *E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*, San Diego, CA, 2004.
- [104] J. Sweller, "Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning," *Cognitive Science*, vol. 12, no. 2, pp. 257-285, 1988.
- [105] I. Gutiérrez, V. Álvarez, M. P. Paule, P.-P. J. R and S. De Freitas, "Adaptation in E-Learning Content Specifications with Dynamic Sharable Objects," *Systems*, vol. 4, no. 2, pp. 24-32, 2016.
- [106] K. R. Premlatha, B. Dharani and T. V. Geetha, "Dynamic learner profiling and automatic learner classification for adaptive e-Laerning enviroment," *Interactive Learning Enviroments*, vol. 24, no. 6, pp. 1054-1075, 2016.
- [107] S. Smith Nash and W. Rice, Moodle 3 e-Learning Course Development, 4th Edition ed., Birmingham: Packt Publishing, 2018.
- [108] A. Giridharan, "Adaptive e-Learning enviroment for students with divergent knowlwdge levels," in *ELELTECH*, New Delhi, India, 2005.
- [109] R. Oppermann, "Adaptively support adaptivity," *International Journal of Human-Computer Studies*, vol. 40, no. 3, pp. 455-472, 1994.
- [110] R. Opperman and R. Kinshuk, "Adaptability and Adaptivity in Learning Systems," in *International Conference on Knowledge Transfer*, London, 1997.
- [111] J. Foss, A. Cristea and M. Hendrix, "Continuous Use of Authoring for Adaptive Educational Hypermedia: A Long-term Case Study," in *ICALT 2010, 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Sousse, Tunesia , 2010.
- [112] A. Paramythis and S. Loidl-Eisinger, "Adaptive learning enviroments and e-Learning standards," *Electronic Journal of e-Learning*, vol. 2, no. 1, pp. 181-194, 2004.
- [113] P. Karampiperis and D. Sampson, "Adaptive learning resources sequencing in educational hypermedia systems," *Educ. Technol. Soc.*, vol. 8, no. 4, pp. 128-147, 2005.

- [114] R. Sharma, H. Banati и P. Bedi, „Adaptive content sequencing for e-Learning courses using ant colony optimization,” у *International conference on soft computing for problem solving (SocProS 2011)*, Springer, 2012.
- [115] J. M. M. Vazquez, L. Gonzalez-Abril, F. V. Morente and J. A. O. Ramirez, “Performance improvement using adaptive learning itineraries,” *Comput. Intell.*, vol. 28, no. 2, pp. 234-260, 2012.
- [116] M. K. Stern and B. P. Woolf, “Adaptive Content in an Online Lecture System,” in *Adaptive Hypermedia Conference*, Trento, Italy, 2000.
- [117] L. H. Wong and C. K. Looi, “Adaptable learning pathway generation with ant colony optimization,” *Journal of Educational Tecnology Society*, vol. 12, no. 3, pp. 309-326, 2009.
- [118] G. Lee, M. J. Kolen, D. A. Frisbie and R. D. Ankenmann, “ Comparison of Dichotomous and Polytomous Item Response Models in Equating Scores from Tests Composed of Testlets,” *Applied Psychological Measurement*, vol. 25, no. 4, pp. 357-372, 2001.
- [119] S. Y. Wang, G. Fellouris and H. H. Chang, “Computerized Adaptive Testing that Allows for Response Revision: Design and Asymptotic Theory,” *Statistica Sinica*, vol. 27, no. 4, pp. 1987-2010, 2017.
- [120] D. Burgos, C. Tattersall and R. Koper, “How to represent adaption in e-Learning with IMS lersning design,” *Interactive Learning Enviroments*, vol. 15, no. 2, pp. 161-170, 2007.
- [121] A. Kaiper-Marquez, E. Wolfe, C. Clymer, J. Lee, E. McLean, E. Prins and T. Stickel, “On the fly: Adapting quickly to emergency remote instruction in a family literacy programme,” *International Review of Education*, vol. 66, no. 1, pp. 1-23, 2020.
- [122] D. Nurjanah, “Adaptive Presentation Based on Learning Style and Working Memory Capacity in Adaptive Learning System,” in *The 9th International Conference on Computer-Supported Education*, Porto, Portugal, 2017.
- [123] A. Klasnja-Milicevic, B. Vesin, M. Ivanovic and Z. Budimac, “ Integration of recommendations and adaptive hypermedia into java tutoring system,” *Comput. Sci. Inf. Syst.*, vol. 8, no. 1, pp. 211-224, 2011.
- [124] S. Somyürek, P. Brusilovsky, A. Çebi, K. Akhüseyinoğlu and T. Güyer, “How do students perceive their own and their peers' progress in e-learning?,” *International Journal of Information and Learning Technology* 38 (1), 49-74., vol. 38, no. 1, pp. 49-74, 2021.
- [125] R. Oboko and P. Wagacha, “Using Adaptive Link Hiding to Provide Learners with Additional Learning Materials in a Web-Based System,” *Journal of the Research Center for Educational Technology*, vol. 8, no. 1, pp. 11-25, 2012.
- [126] I. Kazanidis and M. Satratzemi, “Adaptivity in a SCORM Compliant Adaptive Educational Hypermedia System,” in . In: *Leung H., Li F., Lau R., Li Q. (eds) Advances in Web Based*

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

---

*Learning – ICWL 2007. ICWL 2007. Lecture Notes in Computer Science, vol 4823. , Berlin, Heidelberg, 2007.*

- [127] N. Alshammari, "The Use of Technology in Education to Improve Student's Reading Skills in Elementary Schools, Saudi Arabia," *International Journal of Business and Social Science*, vol. 5, no. 1, pp. 69-75, 2014.
- [128] J. Ahn and P. Brusilovsky, "Adaptive visualization for exploratory information retrieval," *Information Processing and Management*, vol. 49, no. 5, pp. 1139-1164, 2013.
- [129] P. Brusilovsky, S. Sosnovsky and M. and Yudelso, "Addictive links: The motivational value of adaptive link annotation," *New Review of Hypermedia and Multimedia*, vol. 15, no. 1, pp. 97-118, 2009.
- [130] R. Wette, "Using mind maps to reveal and develop genre knowledge in a graduate writing course," *J. Second Lang. Writ.*, vol. 38, no. 1, pp. 58-71, 2017.
- [131] M. Rastegarmoghadam and K. Ziarati, "Improved modeling of intelligent tutoring systems using ant colony optimization," *Education and Information Technologies*, vol. 22, no. 3, pp. 1-15, 2017.
- [132] M. Benabdellah, M. Dellal and A. Azizi, "Proposed Integration of Information Communication Technology (ICT) in University," *Journal of Communications and Computer Engineering (JCCE)*, vol. 3, no. 1, pp. 1-6, 2013.
- [133] T. Zhang, "Adaptive Forward-Backward Greedy Algorithm for Sparse Learning with Linear Models," in *Advances in Neural Information Processing Systems 21 (NIPS 2008)*, Vancouver, B.C., Canada, 2008.
- [134] S. Y. Li, H. K. Chen, L. M. Tam, S. C. Huang and Z. M. Ge, "Pragmatical adaptive synchronization – New fuzzy model of two different and complex chaotic systems by new adaptive control," *Information Sciences*, vol. 277, no. 1, pp. 458-480, 2014.
- [135] A. Burkov and B. Chaib-draa, "Effective learning in the presence of adaptive counterparts," *Journal of Algorithms*, vol. 64, no. 4, pp. 127-138, 2009.
- [136] J. Talaghzi, A. Bennane, M. Himmi, M. Bellafkih and A. Benomar, "Online Adaptive Learning: A Review of Literature," in *SITA'20: Theories and Applications*, Rabat, Maroco, 2020.
- [137] H. Badr and E. Mohammed, "A Personalized Pedagogical Objectives Based on a Genetic Algorithm in an Adaptive Learning System," *Procedia Computer Science*, vol. 151, no. 1, pp. 1152-1157, 2019.
- [138] V. Shute and B. Towle, "Adaptive e-learning," *Educational psychologist*, vol. 38, no. 2, pp. 105-114, 2003.

- [139] F. Colace and M. De Santo, "Ontology for E-Learning: A Bayesian Approach," *Transactions on Education*, vol. 53, no. 2, pp. 223-233, 2010.
- [140] F. J. Tapia Moreno, C. A. Lopez Miranda, M. J. Galan Moreno and E. & Rubio Royo, "Bayesian Model for Optimization Adaptive e-Learning Process," *Journal of Emerging Technologies in Learning*, vol. 3, no. 2, pp. 38-52, 2008.
- [141] M. Perera, "A Review: Artificial Intelligent Approach for Enhancing Adaptability in an Adaptive E-Learning Environment," *Journal of Engineering and Advanced Technology*, vol. 10, no. 4, pp. 37-42, 2021.
- [142] M. Anouar Tadlaoui, M. Khaldi and R. Novaes Carvalho, *Bayesian Networks for Managing Learner Models in Adaptive Hypermedia Systems: Emerging Research and Opportunities*, Hershey, PA, United States: Information Science Reference, 2018.
- [143] P. Parviainen and S. Kaski, "Learning structures of Bayesian networks for variable groups," *International Journal of Approximate Reasoning*, vol. 88, no. 1, pp. 110-127, 2017.
- [144] P. García, A. Amandi, S. Schiaffino and M. Campo, "Using Bayesian Networks to Detect Students' Learning Styles in a Web-based education system," in *7th Argentine Symposium on Artificial Intelligence (ASAI)*, Rosario, Argentina, 2005.
- [145] D. Lima Mariana and M. Nassar Silvia, "Fuzzy Method for Online Learning of Bayesian Network Parameters," *Journal of Computer Science*, vol. 15, no. 3, pp. 372-383, 2019.
- [146] J. Koza, F. Bennett, D. Andre and M. Keane, "Genetic programming III: Darwinian invention and problem solving [Book Review]," *IEEE transactions on neural networks*, vol. 3, no. 3, pp. 251-253, 1999.
- [147] A. Musa and M. Ballera, "Personalize eLearning System using Three Parameters and Genetic Algorithms," in *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, Nashville, Tennessee, USA, 2011.
- [148] A. Khamparia and B. Pandey, "Knowledge and intelligent computing methods in e-learning," *International Journal of Technology Enhanced Learning*, vol. 7, no. 3, pp. 221-241, 2015.
- [149] B. Minaei-Bidgoli, G. Kortemeyer and W. F. Punch, "Optimizing Classification Ensembles via a Genetic Algorithm for a Web-Based Educational System," in *Structural, Syntactic, and Statistical Pattern Recognition. SSPR /SPR 2004. Lecture Notes in Computer Science*, Berlin, Heidelberg, 2004.
- [150] R. García-Vélez, B. V. Moreno, A. Ruiz-Ichazu, D. M. Rivera and E. Rosero-Perez, "Automating the Generation of Study Teams Through Genetic Algorithms Based on Learning Styles in Higher Education," in *Advances in Artificial Intelligence, Software and*

*SystemsEngineering. AHFE 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing*, Cham, 2021.

- [151] G. Manogaran, V. Vijayakumar, R. Varatharajan, P. M. Kumar, R. Sundarasekar and C. Hsu, "Machine Learning Based Big Data Processing Framework for Cancer Diagnosis Using Hidden Markov Model and GM Clustering," *Wireless Pers Commun*, vol. 102, no. 1, pp. 2099-2116, 2018.
- [152] R. Bajaj and V. Sharma, "Smart Education with artificial intelligence based determination of learning styles," *Procedia Computer Science*, vol. 132, no. 1, pp. 834-842, 2018.
- [153] J. E. Villaverde, D. Godoy and A. Amandi, "Learning styles' recognition in e-learning environments with feed-forward neural networks," *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 22, no. 3, pp. 197-206, 2006.
- [154] N. Idris, S. Hashim, R. Samsudin and N. Ahmad, "Intelligent Learning Model Based On Significant Weight Of Domain Knowledge Concept For Adaptive E-Learning," *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, vol. 7, no. 4-2, pp. 1486-1491, 2017.
- [155] K. Khan and A. Sahai, "A Comparison of BA, GA, PSO, BP and LM for Training Feed forward Neural Networks in e-Learning Context," *Intelligent Systems and Applications*, vol. 7, no. 1, pp. 23-29, 2012.
- [156] I. Azzi, A. Jeghal, A. Radouane, A. Yahyaouy and H. Tairi, "A robust classification to predict learning styles in adaptive E-learning systems.," *Education and Information Technologies*, vol. 25, no. 1, pp. 437-448, 2020.
- [157] J. Malseko and E. Kurilovas, "Semantic Technologies in e-Learning: Learning Analytics and Artificial Neural Networks in Personalised Learning Systems," in *8th International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics*, Novi Sad, Serbia, 2018.
- [158] B. Ciloglulil and M. Inceoglu, "User Modeling for Adaptive E-Learning Systems.," in *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2012. ICCSA 2012. Lecture Notes in Computer Science*, Berlin, Heidelberg, 2012.
- [159] B. Hmedna, A. El Mezouary, O. Baz and D. Mammass, "Identifying and tracking learning styles in MOOCs: A neural networks approach," *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 19, no. 2, pp. 267-275, 2017.
- [160] P. Gupta, "Decision Trees in Machine Learning," *Towards Data Science*, 17 May 2017. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/decision-trees-in-machine-learning-641b9c4e8052>. [Accessed 22 April 2020].

- [161] A. Topîrceanu and G. Grossecck, "Decision tree learning used for the classification of student archetypes in online courses," *Procedia Computer Science Volume*, vol. 112, no. 1, pp. 51-60, 2017.
- [162] L. A. Zadeh, "Fuzzy Sets," *Information and control*, vol. 8, no. 1, pp. 338-353, 1965.
- [163] A. Zadeh and R. A. Aliev, *Fuzzy Logic Theory and Applications Part I and Part II*, Berkeley, USA: University of California , 2018.
- [164] Р. Такарич, *Расплинути скупови и расплинуто-логички системи*, Београд: Едука, 2012.
- [165] S. Venkatesan and S. Fragomeni, "Evaluating Learning Outcomes in PBL Using Fuzzy Logic Techniques," in *19th Australasian Association for Engineering Education Conference*, Yeppon, Australia, 2008.
- [166] R. Sripan and B. Suksawat, "Propose of fuzzy logic-based students' learning assessment," in *ICCAS 2010*, Gyeonggi-do, Korea, 2010.
- [167] M. Megahed and A. Mohammed, "Modeling adaptive E-Learning environment using facial expressions and fuzzy logic," *Expert Systems with Applications* , vol. 157, no. 1, pp. 1-15, 2020.
- [168] K. Almohammadi and H. Hagra, "An adaptive fuzzy logic based system for improved knowledge delivery within intelligent E-Learning platforms," in *2013 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, Hyderabad, India, 2013.
- [169] K. Almohammadi, B. Yao and H. Hagra, "An interval type-2 fuzzy logic based system with user engagement feedback for customized knowledge delivery within intelligent E-learning platforms," in *2014 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, Beijing, China, 2014.
- [170] D. Chiribuca, D. Hunyadi and E. M. Popa, "The educational semantic web.," in *8th Wseas International Conference on Applied Informatics and Communications*, Rhodes, Greece, 2008.
- [171] G. Kuck, "Tim Berners-Lee's Semantic Web," *South African Journal of Information Management*, vol. 6, no. 1, pp. 1-10, 2004.
- [172] Y. Alsultanny, " e-Learning System Overview based on Semantic Web," *The Electronic Journal of e-Learning*, vol. 4, no. 2, pp. 111-118, 2006.
- [173] S. Abou El-Seoud, H. El-Sofany and O. Karam, "Semantic Web Architecture and its Impact on E-learning Systems Development," *International Journal of Emerging Technologies in Learning (ijET)*, vol. 10, no. 5, pp. 29-34, 2015.



- [174] Z. Jeremic, J. Jovanovic and D. Gasevic, "Personal Learning Environments on Social Semantic Web," *Semantic Web Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 23-51, 2013.
- [175] D. Paneva-Marinova, "Ontology-based Student Modeling,," in *CHIRON Open Workshop "Ubiquitous Learning Challenges: Design, Experiments and Context Aware Ubiquitous Learning*, Greece, 2006.
- [176] M. Brut and S. Florence, "Ontology-Based Solution for Personalized Recommendations in E-Learning Systems. Methodological Aspects and Evaluation Criteria's," in *10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Athens, Greece, 2010.
- [177] M. Stewart, "The Actual Difference Between Statistics and Machine Learning," Towards Data Science, 25 March 2019. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/the-actual-difference-between-statistics-and-machine-learning-64b49f07ea3>. [Accessed 20 December 2020].
- [178] D. Maria, A. X. Britto and F. Sagayaraj, "A Framework to Formulate Adaptivity for Adaptive e-Learning System Using User Response Theory," *I.J. Modern Education and Computer Science*, vol. 1, no. 1, pp. 23-30, 2015.
- [179] B. Mahesh, "Machine Learning Algorithms - A Review," *International Journal of Science and Research*, vol. 9, no. 1, pp. 381-386, 2020.
- [180] J. R. Quinlan, "Induction of decision trees," *Machine Learning*, vol. 1, no. 1, pp. 81-106, 1986.
- [181] E. E. Ogheneovo and A. P. Nlerum, "Iterative Dichotomizer 3 (ID3) Decision Tree: A Machine Learning Algorithm for Data Classification and Predictive Analysis," *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, vol. 7, no. 4, pp. 514-521, 2020.
- [182] C. Jin, L. De-Lin and M. Feng-xiang, "An improved ID3 decision tree algorithm," in *ICCSE '09*, Nanning, China, 2009.
- [183] K. Premlatha and T. Geetha, "Learning content design and learner adaptation for adaptive e-learning environment: a survey," *Artif Intell Rev*, vol. 4, no. 1, pp. 443-465, 2015.
- [184] S. Ennouamani и S. Mahani, „An overview of adaptive e-learning systems,“ у *Eighth International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS)*, Cairo, Egipt, 2017.
- [185] B. Curum, C. P. Gumbheer, K. K. Khedo and R. Cunairun, "A content-adaptation system for personalized m-learning," in *1st International Conference on Next Generation Computing Applications (NextComp)*, Mauritius, 2017.
- [186] T. Little, C. R, B. Gorrall, L. Waggenspack, E. Fukuda, J. P. Allen and G. Noam, "The retrospective pretest–posttest design redux: On its validity as an alternative to traditional

pretest–posttest measurement,” *International Journal of Behavioral Development*, vol. 44, no. 2, pp. 175-183, 2020.

- [187] R. Javan, A. Rao, B. Jeun, A. Herur-Raman, N. Singh and P. Heidari, “From CT to 3D Printed Models, Serious Gaming, and Virtual Reality: Framework for Educational 3D Visualization of Complex Anatomical Spaces From Within—the Pterygopalatine Fossa,” *Journal of Digital Imaging*, vol. 33, no. 1, pp. 776-791, 2020.
- [188] M. Brundage, *XQuery: The XML Query Language*, Boston, MA: Pearson Education, Inc., 2004.
- [189] S. A. Kiranmai and A. J. Laxmi, “Data mining for classification of power quality problems using WEKA and the effect of attributes on classification accuracy,” *Protection and Control of Modern Power Systems*, vol. 3, no. 1, p. 29, 2018.

## **ПРИЛОЗИ**

## Прилог 1.

### Списак слика

Слика 0.1   Графички ток структуре дисертације.....	13
Слика 1.1   Схематски приказ хипозета и варијабли.....	22
Слика 2.1   Преференције учења у оквиру Dunn&Dunn модела. ....	29
Слика 2.2   Циклус стилова учења предвиђен Колбовим моделом.....	30
Слика 2.3   Циклус нивоа и стилова учења предвиђен Honey и Mumford.....	31
Слика 2.4   Четири димензије Felder-Silverman модела стила учења – основне карактеристике студената различитих стилова учења.....	33
Слика 3.1   Архитектура АХС-а – основни елементи.....	44
Слика 4.1   Адаптивни хиперемдиј и интелегентни системи. ....	66
Слика 4.2   Параметри за прилагођавање путање учења .....	81
Слика 5.1   Бодовна листа за ILS упитник.....	94
Слика 5.2   Дијаграм тока архитектуре неадаптивног LMS.....	98
Слика 5.3   Дијаграм тока архитектуре статичко адаптивног LMS.....	99
Слика 5.4   Дијаграм тока архитектуре динамичко адаптивног LMS.....	101
Слика 5.5   Дијаграм тока процеса класификације машинског учења.....	104
Слика 5.6   ID-3 моделованог стабла одлучивања за скуп података студената .....	106
Слика 6.1   Хијерархијска организација садржаја наставног материјала.....	110
Слика 6.2   Дијаграм тока - кораци процедуре 'контролне групе'.....	117
Слика 6.3   Дијаграм тока - кораци процедуре 'статичке групе'.....	118
Слика 6.4   Дијаграм тока - кораци процедуре 'динамичке групе'.....	119
Слика 6.5   Дијаграм тока дизајна експеримената за све три групе.....	120
Слика 6.6   Развојне фазе динамичко адаптивног LMS.....	121
Слика 6.7   Фаза дизајна Moodle LMS.....	125
Слика 6.8   Дизајн структуре наставног материјала .....	126
Слика 6.9   Проширења Moodle архитектуре за пружање прилагодљивог садржаја .....	128
Слика 6.10   Приказ постављања адаптивног режима броја покушаја решавања теста у Moodle LMS.....	133
Слика 7.1   Приказ активности на е-учионици на ФФБР током летњег семестра 2019/20. из предмета Основи информационих технологија .....	135
Слика 7.2   Схема анализе доказа изведених хипотеза.....	161

## Прилог 2.

### Списак табела

Табела 2.1   ВАК модел стилова учења, прилагођено према.....	27
Табела 2.2   Четири димензије Felder-Silverman модел стилова учења.....	32
Табела 2.3   Скала преференција Felder-Silverman модела стила учења.....	36
Табела 3.1   Модел студента.....	55
Табела 3.2   Модел предметне области.....	56
Табела 3.3   Модел прилагодљивости .....	57
Табела 5.1   Пример резултата одговора студента на ILS упитнику .....	93
Табела 5.2   Опис симбола у алгоритму сличности.....	95
Табела 6.1   Семантичке групе повезане са питањима из ILS упитника .....	111
Табела 6.2   Питања из ILS упитника које се односе на активни и рефлесивни стил учења .....	112
Табела 6.3   Питања из ILS упитника које се односе на осећајни (сензорни) и интуитивни стил учења .....	113
Табела 6.4   Питања из ILS упитника које се односе на визуелни и вербални стил учења .....	114
Табела 6.5   Питања из ILS упитника које се односе на секвенцијални и глобални стил учења.....	115
Табела 6.6   Веза између стилова учења и образовних материјала у Moodle LMS. ....	116
Табела 6.7   Одговори насумично изабраног студента из „динамичке групе“ .....	132
Табела 7.1   Пол испитаника у оквиру експерименталних група.....	137
Табела 7.2   Просечна оцена студената током студија .....	138
Табела 7.3   Време проведено на курсу.....	139
Табела 7.4   Број пријављивања на курс.....	140
Табела 7.5   Број поена на пред-тесту.....	141
Табела 7.6   Број поена на пост-тесту .....	142
Табела 7.7   Оцена на завршном испиту.....	143
Табела 7.8   Време проведено на решавању завршног теста .....	144
Табела 7.9   Активно-рефлексивни стил учења – учесталост у односу на експерименталне групе.....	145
Табела 7.10   Сензорно-интуитивни стил учења – учесталост у односу на експерименталне групе.....	146
Табела 7.11   Сензорно-интуитивни стил учења – учесталост у односу на експерименталне групе.....	146
Табела 7.12   Секвенцијално-глобални стил учења – учесталост у односу на експерименталне групе.....	147
Табела 7.13   Повезаност стилова учења.....	147
Табела 7.14   Повезаност стилова учења у односу на пол студената.....	149

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS  
ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

---

<b>Табела 7.15</b>   Повезаност стилова учења у односу на просечну оцену студената .....	149
<b>Табела 7.16</b>   Повезаност стилова учења у односу на време проведено на курсу.....	150
<b>Табела 7.17</b>   Повезаност стилова учења у односу на број пријављивања на курсу.....	152
<b>Табела 7.18</b>   Повезаност стилова учења у односу на број поена на пред-тесту.....	153
<b>Табела 7.19</b>   Повезаност стилова учења у односу на број поена на пост-тесту.....	154
<b>Табела 7.20</b>   Повезаност стилова учења у односу на оцену коју је студент добио на завршном испиту .....	154
<b>Табела 7.21</b>   Повезаност стилова учења у односу на време проведено на тесту .....	155
<b>Табела 7.22</b>   Напредовање на пост-тесту у односу на резултат постигнут на пред-тесту .....	156
<b>Табела 7.23</b>   Успех на пост-тесту у односу на експерименталне групе .....	157
<b>Табела 7.24</b>   Време проведено на курсу у односу на екперименталне групе.....	159
<b>Табела 7.25</b>   Време проведено на решавању теста на завршном испиту.....	160

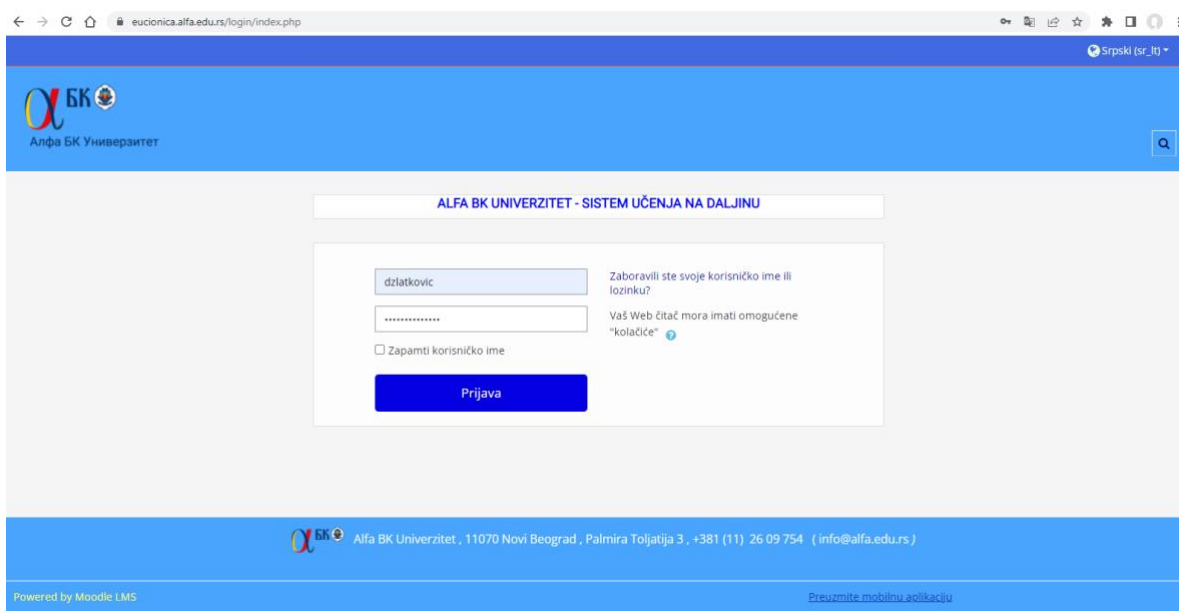
## Прилог 3.

### Списак графикана

Графикон 7.1   Експерименталне групе.....	137
Графикон 7.2   Пол испитаника .....	138
Графикон 7.3   Просечна оцена током студија.....	139
Графикон 7.4   Време проведено на курсу.....	140
Графикон 7.5   Број пријављивања на курс.....	141
Графикон 7.6   Број поена на пред-тесту.....	142
Графикон 7.7   Број поена на пост-тесту .....	143
Графикон 7.8   Оцена на завршном испиту у односу на број испитаника.....	144
Графикон 7.9   Време проведено на решавању теста на завршном испиту.....	145
Графикон 7.10   Повезаност између визуелно-вербалног стила учења и групе којој студент припада .....	148
Графикон 7.11   Повезаност између секвенцијално-глобалног стила учења и групе којој студент припада .....	148
Графикон 7.12   Повезаност између визуелно-вербалног стила учења и времена проведеног на курсу .....	150
Графикон 7.13   Повезаност између секвенцијално-глобалног стила учења и времена проведеног на курсу .....	151
Графикон 7.14   Повезаност између визуелно-вербалног стила учења и броја појављивања на курсу .....	152
Графикон 7.15   Повезаност између секвенцијално-глобалног стила учења и броја појављивања на курсу .....	152
Графикон 7.16   Повезаност између визуелно-вербалног стила учења и времена проведеног на испиту.....	155
Графикон 7.17   Број поена на пост-тесту.....	158
Графикон 7.18   Време проведено на курсу.....	159
Графикон 7.19   Време проведено на решавању теста на завршном испиту.....	161

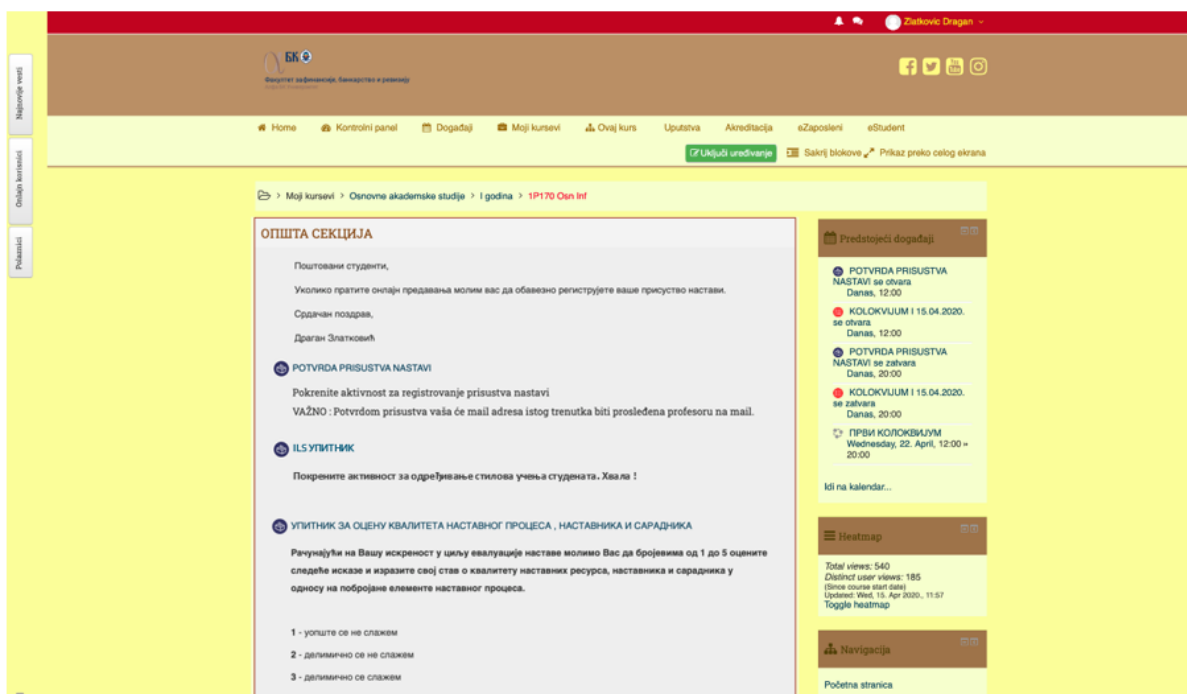
## Прилог 4.

### Screenshoot почетне стране е-учионице на Алфа БК Универзитету





Сcreenshoot опште секције е-учионице ФФБР за обавезни предмет Основи  
информационих технологија



## Прилог 6.

### Screenshot ILS упитника интегрисаног у Moodle LMS

1. одељак од 3

#### Основни подаци студента

Поред основних информационних питања, ILS Упитник се састоји од 44 питања и потребно је од 15 до 30 минута за његово попуњавање. Молимо да заокружите по један одговор за свако питање. Ако сматрате да се и одговор (а) и одговор (б) односе на Вас, одаберите онај који ће се чешће односити на Вас.

Факултет који студирам на Алфа БК Универзитету \*

ФФБР

ФМС

ФСЈ

Шифра предмета - Основи информационих технологија: \*

ФТБ0160ИН

ФМС0140ИМ

ФСЈ0160ИС

Број индекса: \*

Текст кратког одговора

Пол \*

Мушки

Женски

Просечна оцена током \*

6,00-6,99

7,00-7,99

8,00-8,99

9,00-9,99

10,00

После 1. одељка Пређи на следећи одељак

2. одељак од 3

#### Упитник индекса стилова учења (ILS)

Опис (опционално)

1. Боље разумем нешто након

а. то испробам.

б. размислим о томе.

2. Вероватно ме \*

а. реалистичном/реалистичним.

б. иновативном/иновативним.

3. Када размишљам о ономе што сам радила/радио јуче, најчешће ми се \*

а. слика.

б. речи.

4. \*

а. разумети детаље неког садржаја мада ми општа структура може бити неја...

б. разумети општу структуру мада ми детаљи могу бити нејасни.

5. Када учим нешто ново, помаже ми \*

а. разговарам о томе.

б. размишљам о томе.

6. Да сам наставник, радије бих \*

а. предмет који се бави чињеницама и стварним животним ситуацијама.

б. предмет који се бави идејама и теоријама.

7. Нове информације више волим у \*

а. слика, дијаграма, графикана или карти.

## Прилог 7.

### Сcreenshoot пред-теста за све три експерименталне групе

**Пред-тест "БАЗЕ ПОДАТАКА"**

Опис упитника

**Имејл адреса \***

Важећа имејл адреса

Овај упитник прикупља имејл адресе. [Промени подешавања](#)

**1. Шта представља скраћеница DDL у базама података? \***

a. Drop-Down List

b. Data Definition Language

c. Direct Download

**2. Шта спада у примере објектно релационе базе података? (обележити два од наведених шест одговора) \***

PostgreSQL

MS SQL Server

Versant db4o

Oracle






## Прилог 8.

**Screenshot секције за предавања е-учионице ФФБР, ФМС и ФСЈ са адаптивним наставним садржајем за статичку и динамичку групу по основу FSM стилова учења студената**

**ДЕО ЗА ПРЕДАВАЊА**

ПРЕДМЕТНИ НАСТАВНИК:  
Проф. др НЕНАД ГЛИГОРИЋ

ЗАМЕНА:  
Ма ДРАГАН ЗЛАТКОВИЋ, [dragan.zlatkovic@alfa.edu.rs](mailto:dragan.zlatkovic@alfa.edu.rs)  
063/101-69-95 Skype name: dragan.zlatkovic1968  
Консултације: Понедељак – 10:00 до 12:00 часова #203

-  ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ ОИТ 2018/2019 и 2019/2020 – неадаптивна предавања
-  ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ „БАЗЕ ПОДАКА“ – КОНТРОЛНА ГРУПА – неадаптивна предавања
-  ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ „БАЗЕ ПОДАКА“ – СТАТИЧКА ГРУПА
-  ПРЕЗЕНТАЦИЈЕ „БАЗЕ ПОДАКА“ – ДИНАМИЧКА ГРУПА
-  Књига "Информатика - Основи информационих технологија" 20.8MB PDF dokument

Наставни садржај дизајниран у вербалном формату



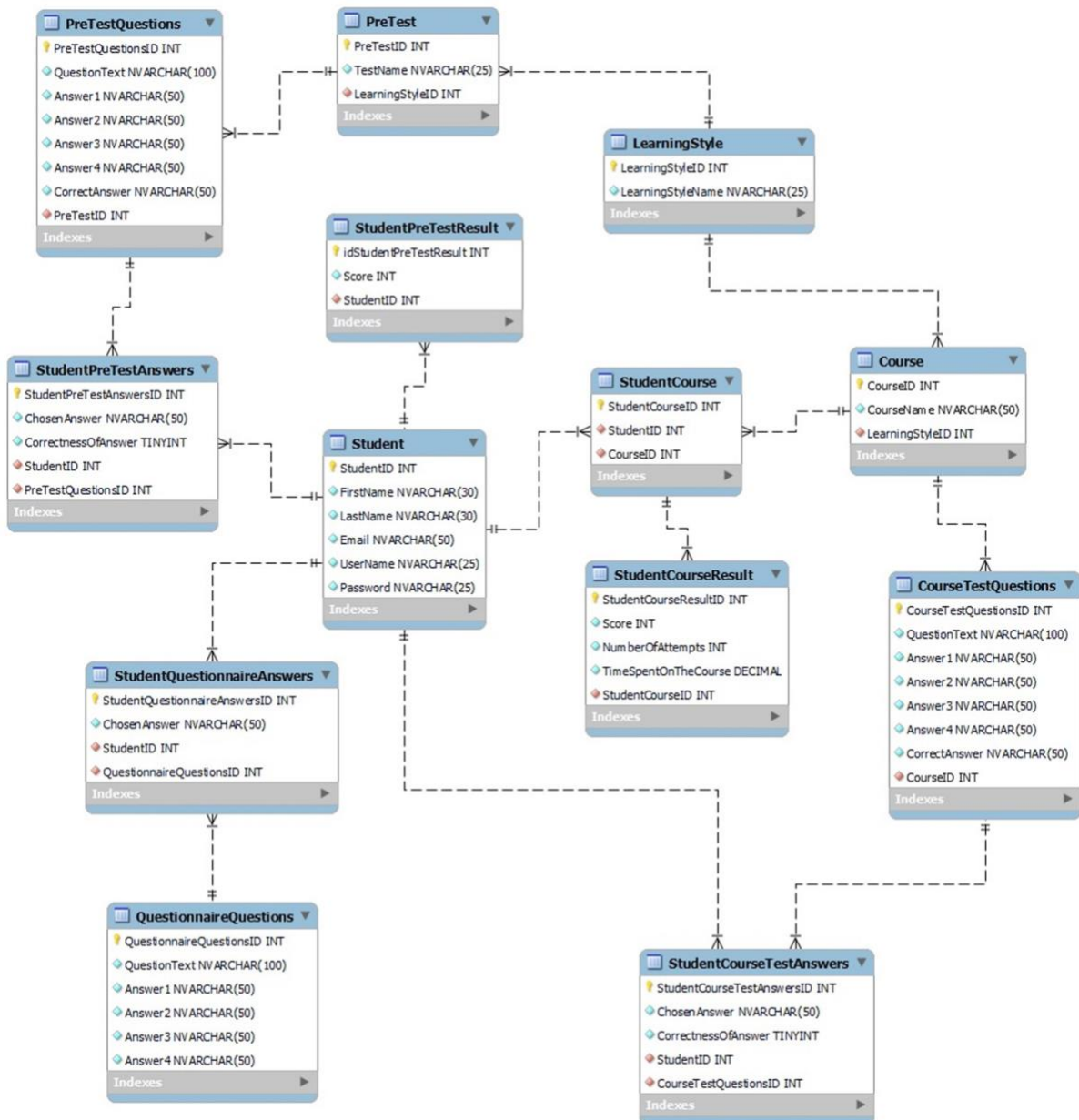
Прилог 10.

Наставни садржај дизајниран у визуелном формату



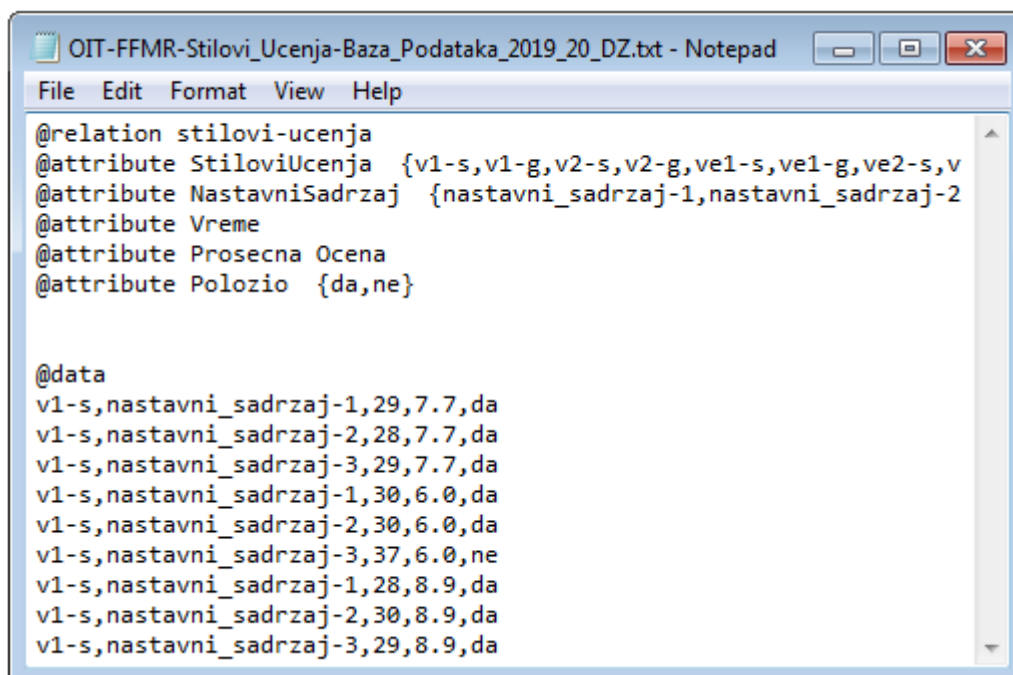
## Прилог 11.

### База података – MySQL дијаграм за креирање и управљање материјалом курса и историјом свих активности студената



## Прилог 12.

### Обрада података



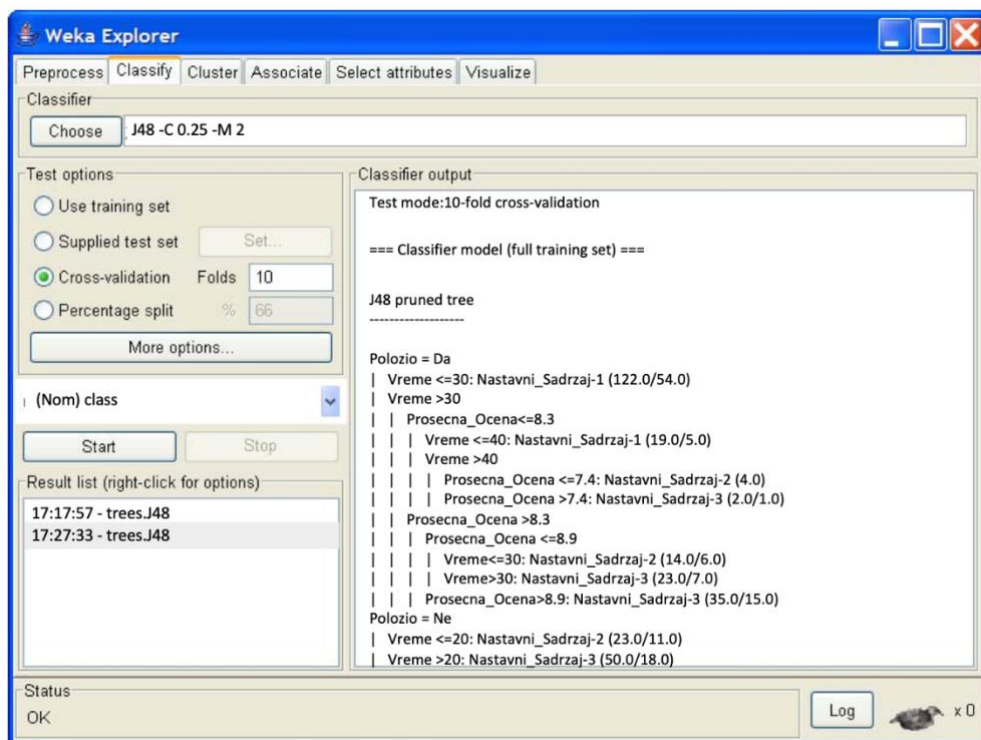
```
OIT-FFMR-Stilovi_Ucenja-Baza_Podataka_2019_20_DZ.txt - Notepad
File Edit Format View Help
@relation stilovi-ucenja
@attribute StiloviUcenja {v1-s,v1-g,v2-s,v2-g,ve1-s,ve1-g,ve2-s,v
@attribute NastavniSadrzaj {nastavni_sadrzaj-1,nastavni_sadrzaj-2
@attribute Vreme
@attribute Prosecna Ocena
@attribute Polozio {da,ne}

@data
v1-s,nastavni_sadrzaj-1,29,7.7,da
v1-s,nastavni_sadrzaj-2,28,7.7,da
v1-s,nastavni_sadrzaj-3,29,7.7,da
v1-s,nastavni_sadrzaj-1,30,6.0,da
v1-s,nastavni_sadrzaj-2,30,6.0,da
v1-s,nastavni_sadrzaj-3,37,6.0,ne
v1-s,nastavni_sadrzaj-1,28,8.9,da
v1-s,nastavni_sadrzaj-2,30,8.9,da
v1-s,nastavni_sadrzaj-3,29,8.9,da
```



## Прилог 13.

### Примена J4.8 алгоритма (ID-3)



## Прилог 14.

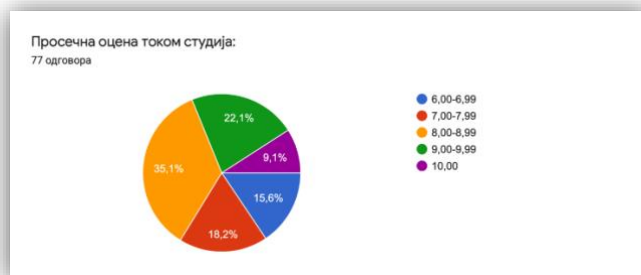
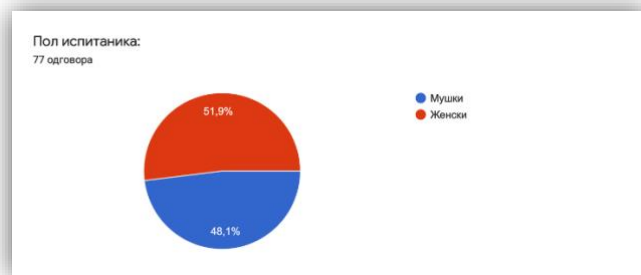
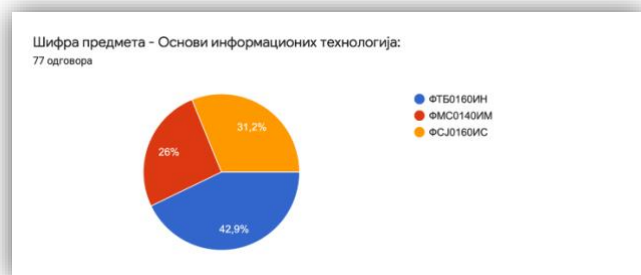
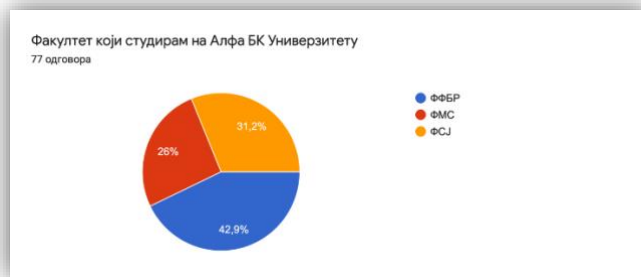
### Приказ дела конвертовања информација из стабла одлучивања у XML

```
XML Content
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF8"?>
2 <DecisionTree></DecisionTree>
3 <TreeID="ID3 modelovano stablo odlucivanja za skup podataka studenata"></TreeID>
4 <TestValue="da" operator="=" attribute="polozio"></TestValue>
5 <TestValue="30" operator="<=" attribute="vreme"></TestValue>
6 <OutputInfo="(122.0/54.0)" decision="nastavni sarzaj-1"></OutputInfo>
7 <Test></Test>
8 <TestValue="30" operator=">" attribute="vreme"></TestValue>
9 <TestValue="8.3" operator="<=" attribute="prosecna ocena"></TestValue>
10 <TestValue="40" operator="<=" attribute="vreme"></TestValue>
11 <OutputInfo="(19.0/5.0)" decision="nastavni sadrzaj-2"></OutputInfo>
12 <Test></Test>
13 <TestValue="40" operator=">" attribute="vreme"></TestValue>
14 <TestValue="7.4" operator="<=" attribute="prosecna ocena"></TestValue>
15 <OutputInfo="(4.0)" decision="nastavni sadrzaj-2"></OutputInfo>
16 <Test></Test>
17 <TestValue="7.4" operator=">" attribute="prosecna ocena"></TestValue>
18 <OutputInfo="(2.0/1.0)" decision="nastavni sadrzaj-3"></OutputInfo>
19 <Test></Test>
20 <Test></Test>
21 <Test></Test>
22 <TestValue="8.3" operator=">" attribute="prosecna ocena"></TestValue>
23 <TestValue="8.9" operator="<=" attribute="prosecna ocena"></TestValue>
24 <TestValue="30" operator="<=" attribute="vreme"></TestValue>
25 <OutputInfo="(14.0/6.0)" decision="nastavni sadrzaj-2"></OutputInfo>
26 <Test></Test>
27 <TestValue="30" operator=">" attribute="vreme"></TestValue>
28 <OutputInfo="(23.0/7.0)" decision="nastavni sadrzaj-3"></OutputInfo>
29 <Test></Test>
```

## Прилог 15.

### РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

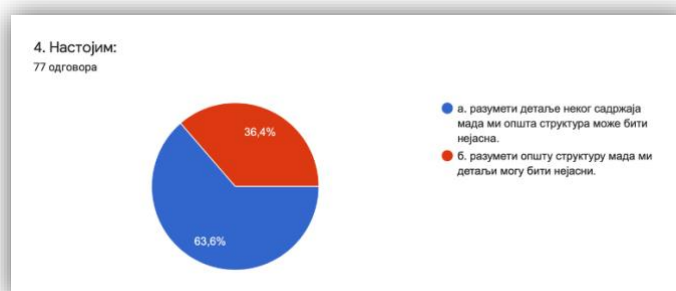
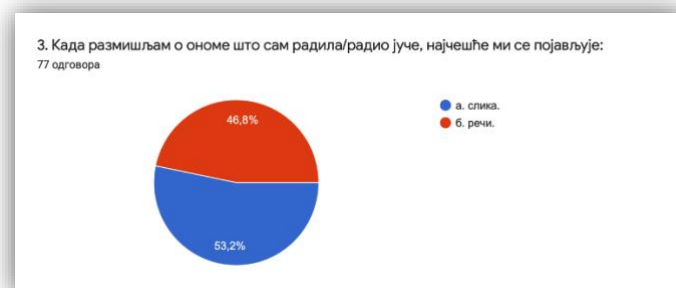
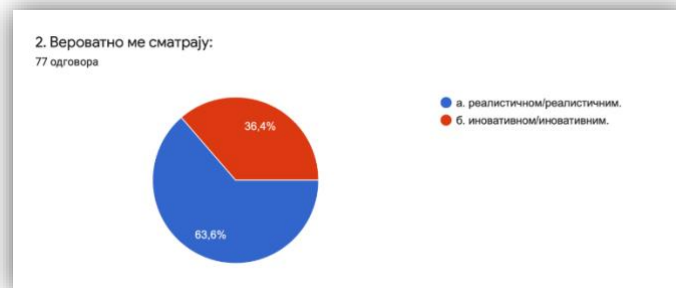
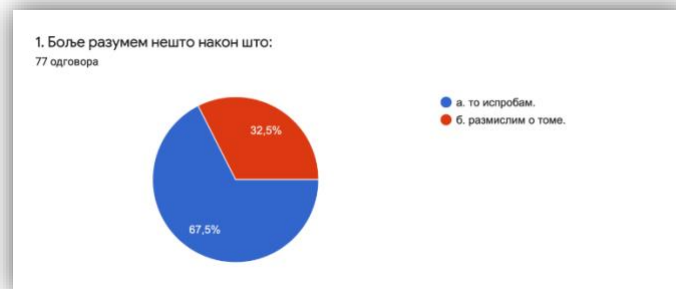
#### УТВРЂИВАЊЕ СТИЛОВА УЧЕЊА СТУДЕНАТА:



# ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ

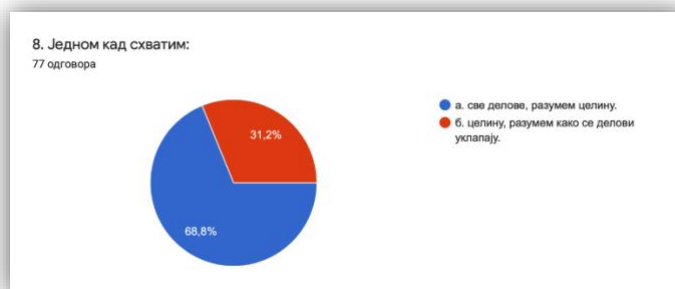
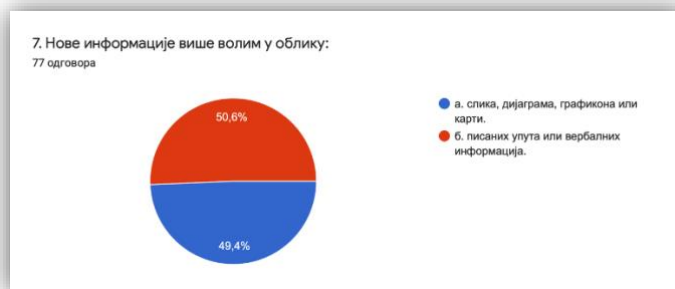
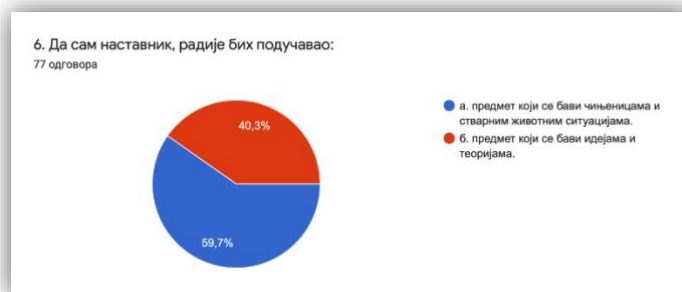
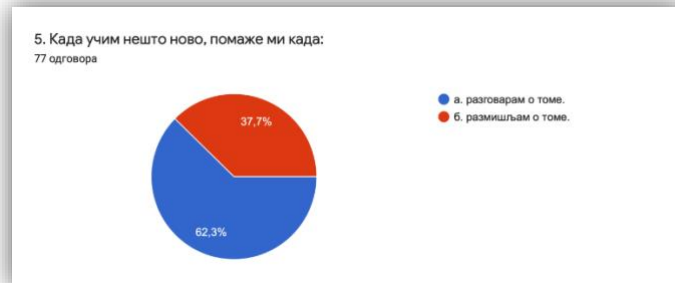
---

## РЕЗУЛТАТИ ОДГОВОРА НА УПИТНИК ИНДЕКСА СТИЛОВА УЧЕЊА (ILS) ОД 44 АЈТЕМА:

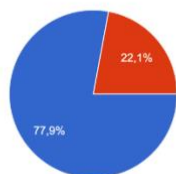


# ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ

---

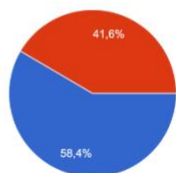


9. Приликом савладавања тежег градива у групном облику рада, вероватно ћу:  
77 одговора



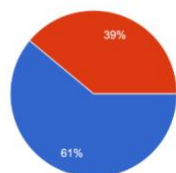
- а. ускочити и допринети својим идејама.
- б. држати се по страни и слушати.

10. Лакше ми је учити:  
77 одговора



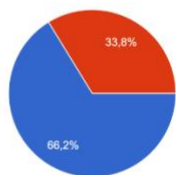
- а. чињенице.
- б. идеје и принципе.

11. У књизи с пуно слика и графикана, више волим:  
77 одговора



- а. пажљиво погледати слике и графиконе.
- б. усредочити се на писани текст.

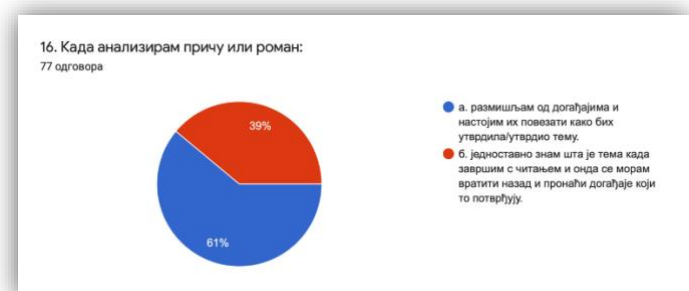
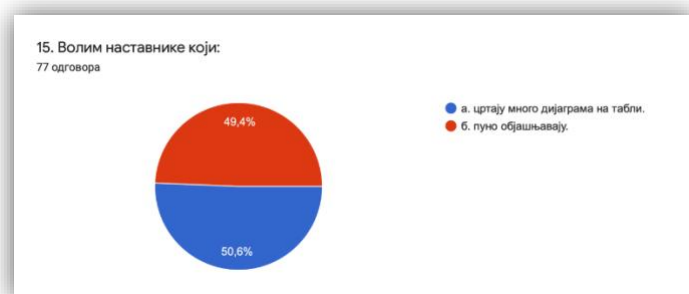
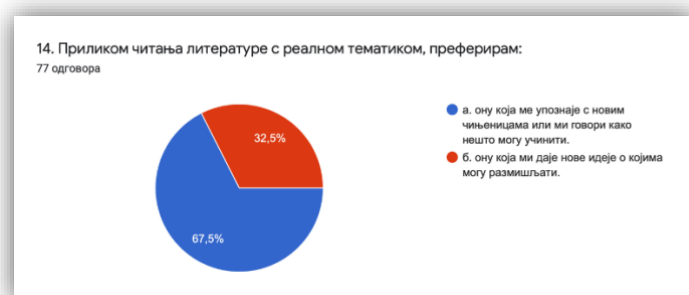
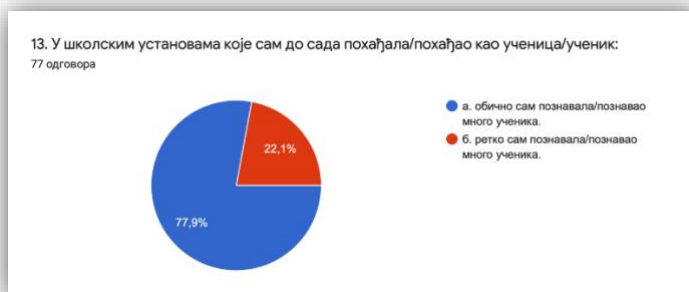
12. Када решавам математички проблем:  
77 одговора



- а. до решења обично долазим корак по корак.
- б. обично одмах знам решење, али се морам потрудити како бих пронашао/ пронашао кораке који доводе до њега.

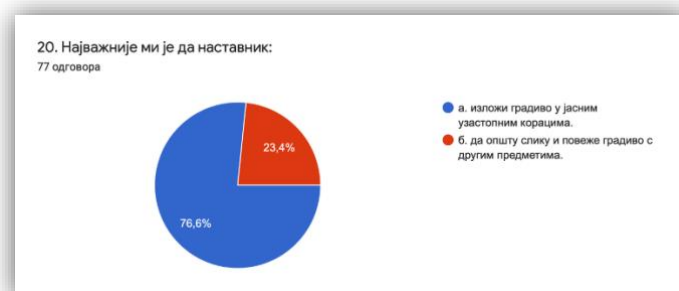
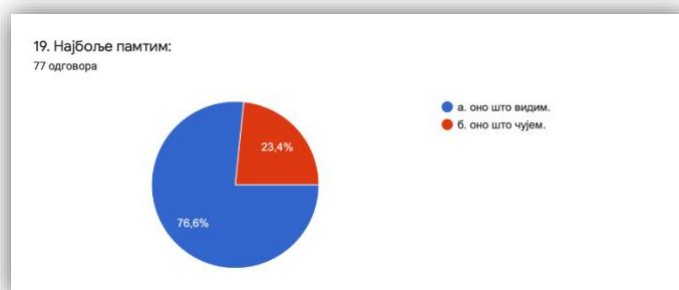
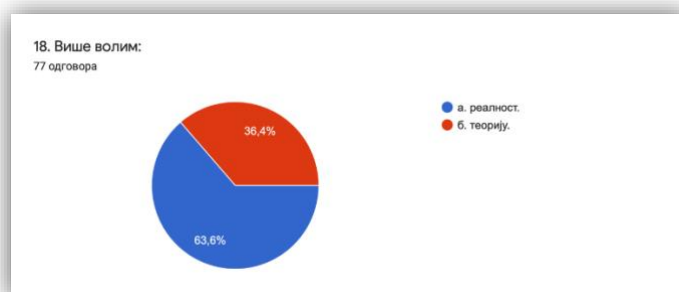
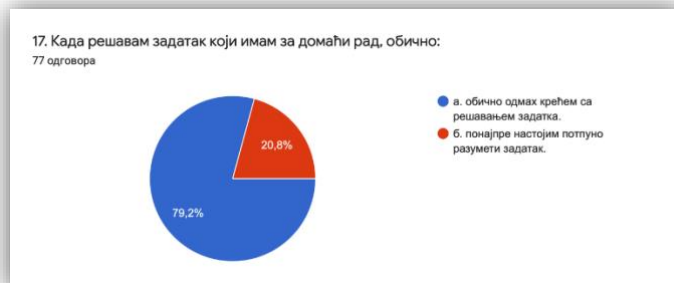
# ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ

---



# ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ

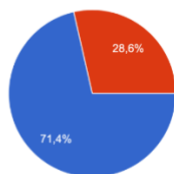
---





21. Више волим учити:

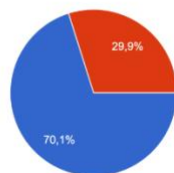
77 одговора



- а. у групи.
- б. самостално.

22. Највероватније је да ме сматрају:

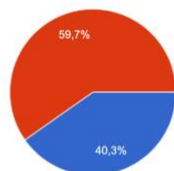
77 одговора



- а. особом која pazi на детаље у свом раду.
- б. креативцем у начину на који обавља свој рад.

23. Када су ми потребна упутства да пронађем одређено место, више волим:

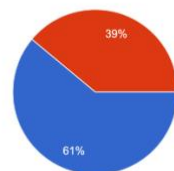
77 одговора



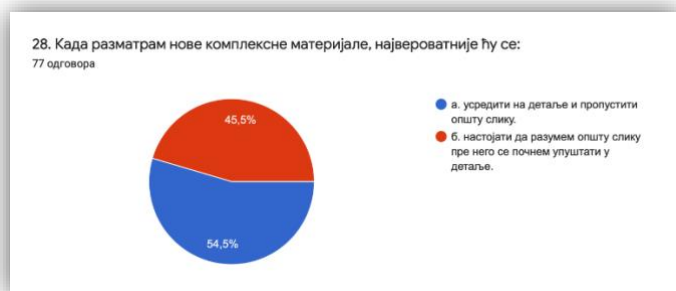
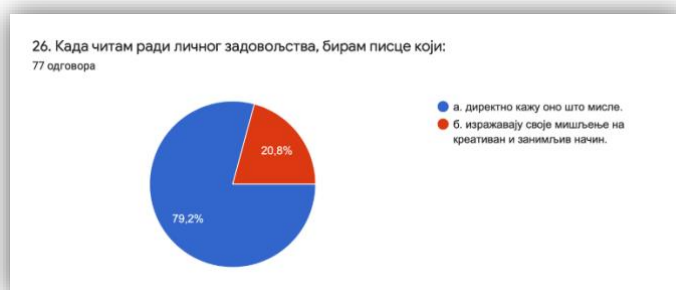
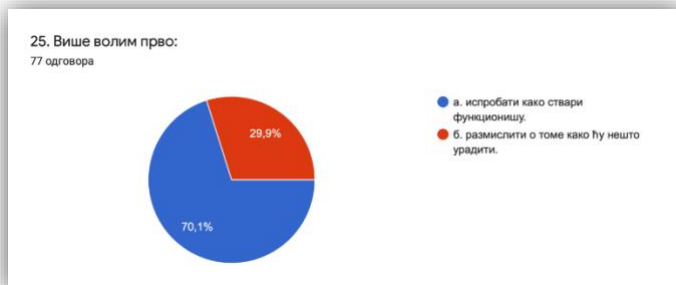
- а. користити карту.
- б. добити писане упуте.

24. Ја учим:

77 одговора



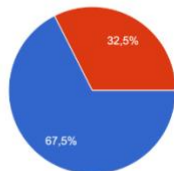
- а. редовно, у равномерним корацима. Ако се довољно трудим, стићи ћу све научити.
- б. на махове, с прекидима. Прво сам потпуно збуњена/збуњен, а затим ми одједном све „легне“.



# ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ

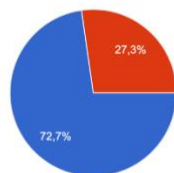
---

29. Лакше памтим:  
77 одговора



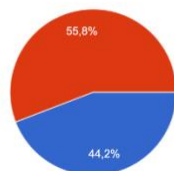
- а. оно што сам направила/направио.
- б. оно о чему сам дуго размишљала-размишљао.

30. Када је потребно да извршим неки задатак, волим:  
77 одговора



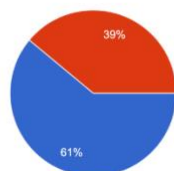
- а. добро савладати начин на који ћу то направити.
- б. пронаћи нове начине на које то могу учинити.

31. Када ми неко показује податке, више волим:  
77 одговора



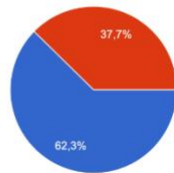
- а. дијаграме и графиконе.
- б. текстуално сажете резултате.

32. Када пишем неки рад, обично:  
77 одговора



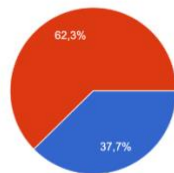
- а. започињем (размишљати или писати) од почетка рада, а затим крећем према крају.
- б. започињем (размишљати или писати) различите делове рада, које касније посложим по реду.

33. Када морам учествовати у тимском пројекту, желим да онајпре:  
77 одговора



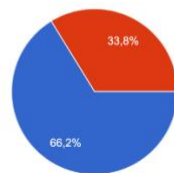
- а. започнемо заједно размишљати, допринесети свако са својим идејама.
- б. размишља свако за себе, а затим се саставнемо и упоредимо идеје.

34. Сматрам већом похвалом када за некога кажем да је:  
77 одговора



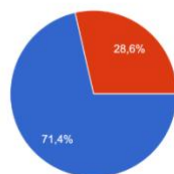
- а. разборит.
- б. машовит.

35. Када упознам људе на некој забави, највероватније ћу боље запамтити:  
77 одговора

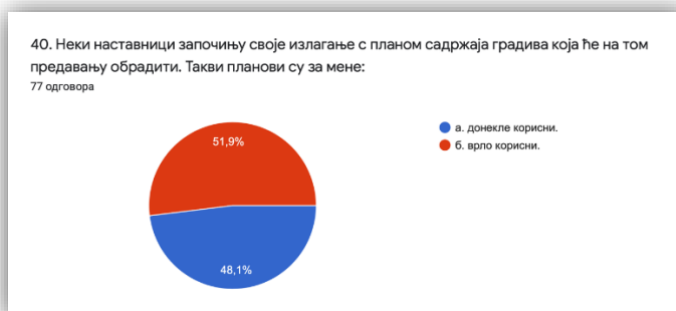
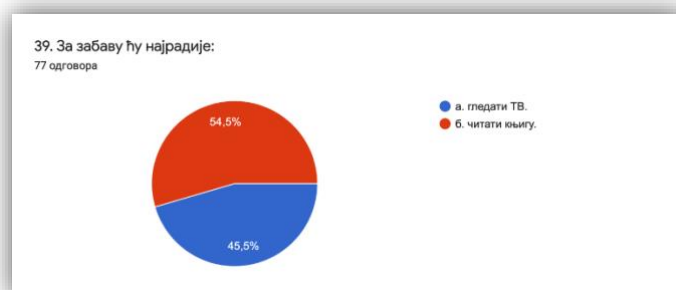
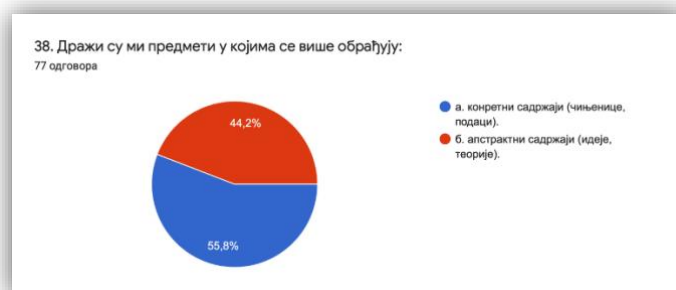
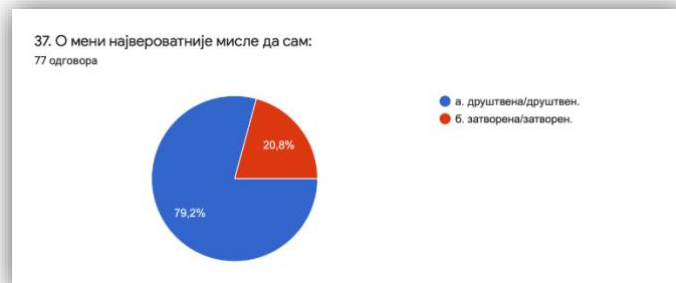


- а. како су изгледали.
- б. шта су рекли о себи.

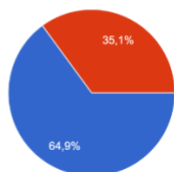
36. Када учим нови предмет, радије се:  
77 одговора



- а. задржавам на том предмету, настојећи да научим што више о њему.
- б. настојим повезати тај предмет с другим одговарајућим предметима.



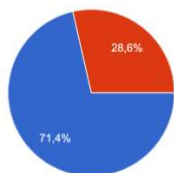
41. Замисао о писању домаћег рада у групи, где би сви чланови групе добили исту оцену:  
77 одговора



- а. мени је пријатљива.
- б. није ми пријатљива.

42. Када решавам дуги рачунски задатак:

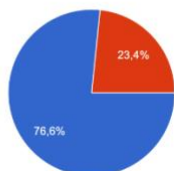
77 одговора



- а. настојим поновити све кораке решавања проблема.
- б. сматрам проверу свог рада заморном и морам себе присилити да то учиним.

43. Када настојим замислити слику неког места на којем сам била/био:

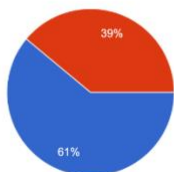
77 одговора



- а. то успевам постићи једноставно и прилично верно.
- б. постижем то са напором и без много детаља.

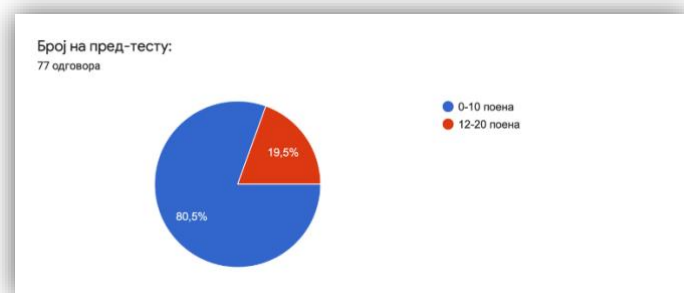
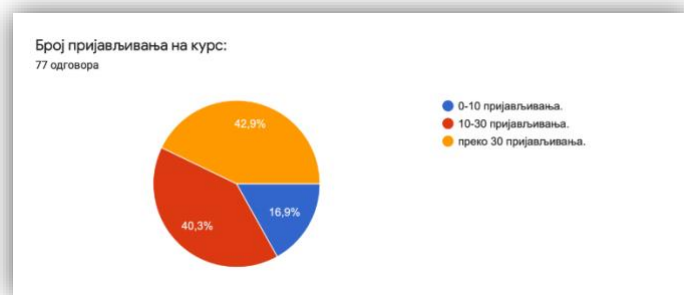
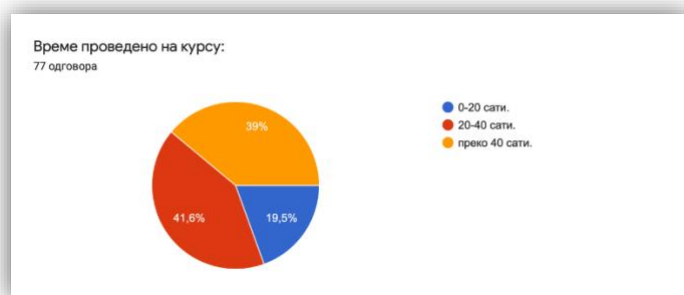
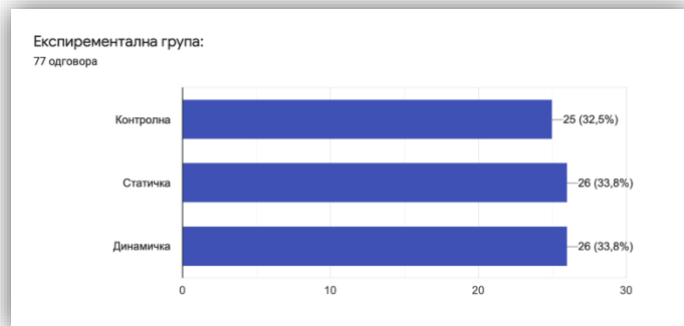
44. Када решавам проблеме у групи, радије размишљам:

77 одговора



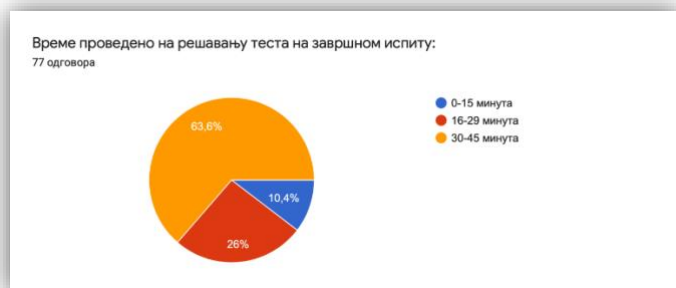
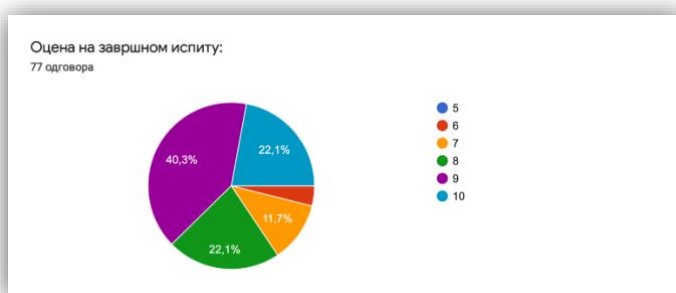
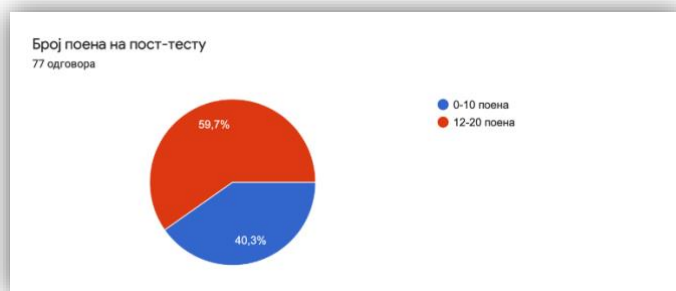
- а. о корацима у процесу решавања проблема.
- б. о могућим последицама или применама тог решења у различитим областима.

**ВАРИЈАБЛЕ:**



# ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ

---





## Прилог 16.

### РАДНА БИОГРАФИЈА КАНДИДАТА

**Драган М. Златковић** је рођен 30. септембра 1968. године у Косовској Митровици. Основну школу је завршио у Звечану са одличним успехом. Средњу школу усмереног образовања, техничке струке, завршио је у Косовској Митровици. Године 1987. уписује Машински факултет – Универзитета у Приштини. Вишу техничку школу, смер Машинство, завршио је у Звечану и стекао је звање Машински инжењер. Стручно усавршавање наставио је на Високој техничкој школи струковних студија из Урошевца са привременим седиштем у Лепосавићу где је стекао звање Струковни инжењер машинства са просечном оценом 7,21 и Специјалиста струковни инжењер машинства са просечном оценом 8,44, као и на Факултету за математику и рачунарске науке Алфа БК Универзитета у Београду где стиче звање дипломирани информатичар са просечном оценом 8,00.

Након завршених мастер студија на Факултету за међународну политику и безбедност Универзитета "УНИОН – Никола Тесла" у Београду, са просечном оценом 9,67 и на Факултету за математику и рачунарске науке Алфа БК Универзитета у Београду са просечном оценом 9,25 и стечених звања мастер политиколог и мастер информатичар уписује докторске академске студије 2018. године на Факултету за математику и рачунарске науке Алфа БК Универзитета у Београду где је у складу са планом и програмом положио све предвиђене испите са просечном оценом 10.00.

Током свог вишедеценијског радног искуства обављао је одговорне дужности и послове у Савезу извиђача Косова и Метохије, Органу безбедности Војске Југославије, Компанији "Bel Pagette", Организацији за европску безбедност и сарадњу (OSCE), Светском програму хране (UN WFP), Мисији Уједињених нација на Косову и Метохији (UNMIK), Мисији Европске уније на Косову и Метохији (EULEX) и Спољно политичкој служби Европске уније (EEAS). Школске 2019/20. године изабран је у звање Асистента за ужу научну област Рачунарске науке на Алфа БК Универзитету у Београду. Тренутно обавља одговорну дужност у једној од међународних организација.

**ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА: ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА АДАПТИВНОГ MOODLE LMS ПРИЛАГОЂАВАЊЕМ СТИЛОВА УЧЕЊА ПО FELDER-SILVERMAN МОДЕЛУ**

---

Кандидат је објавио 21 рад у часописима и зборницима конференција националног и међународног значаја.

Из области дисертације:

Категорија	M23	M24	M33	M63
Број радова	2	1	4	1
Бодови	3	2	1	1
<b>Укупно:</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>

Из области ван дисертације:

Категорија	M21a	M21	M22	M23	M24	M33	M51
Број радова	1	1	2	1	1	6	1
Бодови	10	8	5	3	2	1	2
<b>Укупно:</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>2</b>

Индекс научне компетентности кандидата је: **54**

Хетероцитирани индекс потврђен 17.05.2022. године.

Укупан број цитата у бази података Scopus и Web of Science (без самоцитата): 17; *h*-index: 3.

Укупан број цитата у бази података ResearchGate (без самоцитата): 27; RG Score: 10.75.

Области његовог научно-истраживачког интересовања су: информационо-комуникационе технологије, сајбер безбедност, интернет ствари, паметни градови, вештачка интелигенција, е-учење (учење на даљину), квалитет у образовању и сл.

Отац је једног детета, деветогодишње девојчице Ленке.



Алфа БК Универзитет

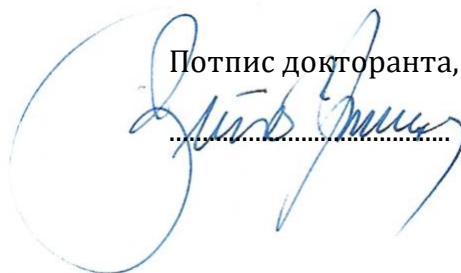
## ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

1. Потписани: **ДРАГАН М. ЗЛАТКОВИЋ**
2. Број уписа: **6904/2018**
3. Изјављујем да је докторска дисертација под насловом:

**»Имплементација адаптивног Moodle LMS прилагођавањем стилова учења  
по Felder-Silverman моделу«**

- Резултат сопственог истраживачког рада;
- Да предложена дисертација 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.

У Београду, 17. маја 2022. г.

Потпис докторанта,  




Алфа БК Универзитет

## ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ДОКТОРСКОГ РАДА

Име и презиме: **ДРАГАН М. ЗЛАТКОВИЋ**

Број уписа: **6904/2018**

Студијски програм: **Рачунарске науке**

Наслов рада:

*»Имплементација адаптивног Moodle LMS прилагођавањем стилова учења  
по Felder-Silverman моделу«*

Ментор: **Проф. др Небојша Денић**

Коментор: **Проф. др Марија Пауновић**

Изјављујем

Да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао за објављивање у репозиторијуму на сајту Алфа БК Универзитета.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање научног звања доктора наука као што су име и презиме, година и место рођења, подаци о стеченим стручним и академским звањима, датум одбране рада и други подаци у функцији транспарентности поступка стицања научног звања.

Ови лични подаци могу се објавити у публикацијама Алфа БК Универзитета и доставити Министарству просвете, науке и технолошког развоја, као и бити доступни сагласно Закону о слободном приступу и информацијама од јавног значаја.

У Београду, 17. маја 2022. г.

Потпис докторанта,

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Алфа Бк Универзитет да у Дигитални репозиторијум Универзитета унесе моју докторску дисертацију под насловом:

**»Имплементација адаптивног Moodle LMS прилагођавањем стилова учења по Felder-Silverman моделу«**

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета, достављену репозиторијуму Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио.

1. Ауторство (CC BY)

**2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)**

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

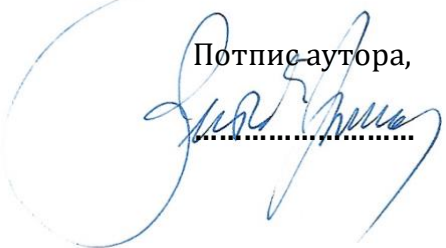
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

У Београду, 17. маја 2022. г.

Потпис аутора,  


**1. Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

**2. Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

**3. Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

**4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

**5. Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

**6. Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.